

électronique

n°48

octobre 1992

23 F/168 FB/7,80 FS

mensuel

elet

alimentation d'école
avec circuit imprimé

module capacimètre
avec circuit imprimé

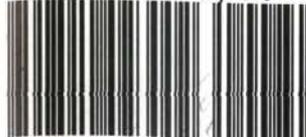
interrupteur crépusculaire
pour lampes fluo
avec circuit imprimé

LED clignotante
sous 220 V

explorez l'électronique



M2510 - 48 - 23,00 F



PEDALE INTERRUPTEUR "TREADLITE"



Pédale interrupteur à double détente (Mi-course et fin de course). (2 micro-switches 7A/250 V). Avec patin anti-dérappant. Matériel professionnel pour usage intensif. Idéale pour télécommande de perceuse, etc...
La pédale 103.3831 **100,00 F**

FILTRE SECTEUR 10 A



Matériel professionnel. Entrée sur embase CEE. Sorties sur cosses FAST-ON.
Le filtre 103.3830 **110,00 F**

VENTILATEUR PROFESSIONNEL PAPST



220 V. Dim. 80 x 80 x 38 mm. Parfaitement silencieux. (24dBA). Sans comparaison avec les ventilateurs standard.
Le ventilateur 103.3813 **250,00 F** **140,00 F**

RELAIS STATIQUE 10A/240 V



Tension de commande : 38 à 28 V DC. Commutation au zéro de tension. Matériel professionnel. Sorties sur fast-on.
Le relais statique 103.3785 **100,00 F**

KIT ALIMENTATION A DECOUPE 5 à 35 V/4 A

(Décrite dans le H.P. n° 1792). Ultra compacte, c'est l'alim à tout faire : hormis le transfo, tout tient sur une platine de 115 x 85 mm avec filtrage et radiateur !

PROMO
Le kit (sans transfo ni boîtier) 103.9560 **135,00 F**
Le transfo spécial 120 VA 103.3020 **98,00 F**

CONNECTEUR POUR CARTE A PUCE

Dispo et pas cher chez SELECTRONIC !
..... 103.9292 **75,00 F**

R-L-C METRE NUMERIQUE MIC-4060 D



Le grand classique des ponts RLC à prix sympa ! (équiv. LCR-3500). (Voir catalogue SELECTRONIC page 2-12)
L'appareil 103.7763 **885,00 F**

MOTEUR PAS A PAS BIPOLAIRE



De puissance. 200 pas/tour. 1 A/phase - 4 fils. Fourni avec fiche technique détaillée. Le moteur 103.4302 **190,00 F**

TOURNEVIS DE PRECISION



Set de 6 tournevis pour l'électronique. 4 à lame + 2 cruciformes. Embout au molybdène. Manche ergonomique avec bout rotatif. Fourni avec support de rangement. Le set de 6 tournevis 103.3784 **66,00 F**

CARTES ALIMENTATION EN KIT

Qualité professionnelle. Tensions de sorties redressées, filtrées, régulées. Sorties flottantes. Voyants LED de contrôle. E/S sur borniers à vis. Kits fournis complets avec c. imp. Dim. : 115 x 95 x 40 mm.

Alim. ± 12 V 0,6 A ou 24 V 0,6 A Le kit 103.8742 **155,00 F**
Alim. ± 5 V 1,1 A ou 10 V 1,1 A Le kit 103.3711 **175,00 F**
Alim. 5 V + 12 V 0,6 A Le kit 103.8743 **155,00 F**
Alim. 5 V + 8 V 1,1 A Le kit 103.3706 **175,00 F**

3616 SELECTRO

VOILA LE CODE D'APPEL DU SERVEUR MINTEL SELECTRONIC que vous pouvez consulter à partir du 4 juin 1992 !

Il comprend :
- Un service d'assistance et de renseignements techniques
- Un forum BUS-12C et COMM'net
- Un service des dernières nouveautés et promotions
- Un service de petites annonces classées. Etc.

C.I.F. et SELECTRONIC SE SONT UNIS POUR RESOUDRE VOTRE PROBLEME DE REALISATION DE CIRCUITS IMPRIMES...

Et vous proposons de faire l'acquisition de votre "unité de fabrication" de circuits à des conditions particulièrement avantageuses !

OFFRE N° 1



Vous commandez : 1 MACHINE A INSOLER MI-1016 2200,00 F
1 MACHINE A GRAVER BB-4 1495,00 F
TOTAL TTC 3695,00 F

OFFRE N° 2



Vous commandez : 1 MACHINE A INSOLER EN KIT BC-6 1068,00 F
1 MACHINE A GRAVER BB-2 1300,00 F
TOTAL TTC 2368,00 F

NOUS VOUS OFFRONS :

- 1 jerrycan 5 l de perchlo suractivé
- 2 sachets de détachant pour perchlo
- 1 sachet de 10 gants de protection
- 1 bac AR-23
- 6 plaques EPOXY 1 face 200x300 présensibilisé
- 10 sachets de révélateur positif
- 1 flacon 1/2 litre étain chimique
- 1 stylo DALO

(Ensemble d'une valeur de 691,70 F TTC)
LE TOUT OFFRE N° 1 103.3750 **3695,00 F**
Fortait PORT (transporteur) et EMBALLAGE en sus 150,00 F

NOUS VOUS OFFRONS :

- 3 sachets de perchlo en poudre
- 2 sachets de détachant pour perchlo
- 1 sachet de 10 gants de protection
- 6 plaques EPOXY 1 face 150x200 présensibilisé
- 3 plaques EPOXY 1 face 100x150 présensibilisé
- 10 sachets de révélateur positif
- 1 stylo CIF
- 1 bac AR-23

(Ensemble d'une valeur de 430,00 F TTC)
LE TOUT OFFRE N° 2 103.3640 **2368,00 F**
Fortait PORT (transporteur) et EMBALLAGE en sus 150,00 F

AC-CLOCK : C'EST REPARTI !

Voici donc la nouvelle version "DFIAC-CLOCK" de cette superbe horloge de studio :

- Gérée par micro-contrôleur - Heures, minutes, secondes... et la date ! - Décompte des secondes - Autonome avec reconnaissance des années bissextiles - Compatible signaux horaires FRANCE-INTER - Bip sélectionnable avec déclenchement à la demi-heure et aux 4 dernières secondes de l'heure - Alarme journalière - Sortie collecteur ouvert - Sauvegarde par accus (en option). Etc... (Documentation détaillée sur simple demande).

Le kit avec circuit imprimé, plexi rouge spécial, alim. secteur et accessoires. 103.4295 **1150,00 F**

LOUPE D'ATELIER LUMINEUSE

- Avec éclairage intégré (ampoule 60 W non fournie).
- Douille porcelaine.
- Loupe 3 dioptries (ø 10 cm).

Monture orientable type "lampe d'architecte" articulée avec embase à vis.
La lampe 103.8707 **385,00 F**

MULTIMETRE DE POCHE KD-320 P

Sa technologie et son nouveau prix le rendent irrésistible !

- 3200 points avec bar-graph
- Changement de gammes automatique
- Mémoire
- V AC et V DC de 0,1 mV à 450 V
- R de 0,1 Ω à 30 MΩ
- Test de diode et de continuité avec bip
- Auto shut off
- Dim. : 12 x 8 x 1,5 cm dans son étui !

Fourni avec cordons test et étui catépin
Le multimètre 103.0788 **345,00 F**
SEULEMENT 245,00 F

PAGE ALARM CA-88

Système codé de télé-surveillance par radio pour auto, bateau, caravane, etc... fourni avec 2 détecteurs d'ouverture. (Voir catalogue SELECTRONIC page 14-13). Alim. : 12 V - Portée : jusqu'à 3 km.



Le système 103.8665 Prix catalogue **1160,00 F**
MAINTENANT 775,00 F SEULEMENT !

LE SYSTEME DE TELECOMMANDE UNIVERSELLE PAR INFRA ROUGES DE SELECTRONIC

Nous avons conçu un remarquable système universel de télécommande par Infra-Rouges dont les caractéristiques principales sont les suivantes : Norme RC-5 - Qualité professionnelle - Rapport prix/performance exceptionnel - Système évolutif - Compatibilité BUS 12 C prévue

BOITIER DE TELECOMMANDE :
De type TV. Mode universel. - Prêt à l'emploi. - 23 touches de commande. - 32 modes d'adressage possible. - Dim. : 145 x 70 x 21 mm. - Alimentation : Pile 9 V alcaline (non livrée) **NOUVEL ARRIVAGE !**
Le boîtier de télécommande 102.2046 **75,00 F**
Le boîtier TC-5 103.8917 **30,00 F**

KIT RECEPTEUR 1 CANAL
Récepteur RC-5 programmable (données et adresses). Très sensible. Haute immunité aux parasites. - Sortie sur relais 10 A programmable en mode monostable (0,5s) ou en bistable. - Alimentation directe 220 V. Prévu pour boîtier "secteur" TC-5 (en option)
Le kit récepteur 1 canal 103.0970 **198,00 F**
Le boîtier RG-4 103.7842 **74,70 F**

KIT RECEPTEUR 8 CANAUX
Récepteur RC-5 programmable géré par micro-contrôleur MC 68705 P3S. - Sorties sur 8 relais 10 A programmables indépendamment en mode monostable ou bistable. - Visualisation de chaque sortie par LED. - Alimentation intégrée. - Prévu pour boîtier RETEX RG-4 (en option).
Le kit récepteur 8 canaux 103.0993 **596,00 F**

KIT GRADATEUR 800 W
Récepteur Infra-rouge programmable norme RC-5. - Fonctionnement par tout ou rien (impulsion) ou en gradateur (maintien) avec mémorisation du dernier niveau d'intensité. - Visualisation de la réception par LED bicolor. - Alimentation directe 220 V - Charge : 600 W max. Prévu pour boîtier TC-5 en (option).
Le kit récepteur gradateur 103.0994 **283,00 F**

CONSOLE DE COMMUTATION PERITELEVISION

(Décrite dans le H.P. n° 1794 et 1795). 4 entrées vidéo commutées par processeur spécialisé sur 1 sortie. Entrées/sorties sur prises péritelvision. Commutation C+ automatique. N'altère pas les signaux.
Le kit (sans boîtier) 103.9190 **445,00 F**
En option : Coffret EF 3150 103.7652 **156,00 F**

CORDON PERITEL HAUT DE GAMME

21 broches câblées inversées dont 2 vidéo par blindé 75 Ω avec blindages séparés.
Le cordon PRO 103.5404 **49,00 F**
Le lot de 4 103.5531 **165,00 F**

PROMOTION



REGULATEUR DE PUISSANCE NT-35
- 13,8 VDC/2,5 A régulés
- 3,5 A pointe
- Protégée contre les court-circuits
- Dim. : 13 x 9 x 17 cm impeccable.
L'alimentation 103.8884 **120,00 F**

ETAU A VENTOUSE

- Montage sur roulette.
- Fixation très solide par vide d'air sur toute surface plane et lisse.
- Ouverture : 7 cm.
- Mordaches amovibles en caoutchouc.
- Hauteur : 16 cm - Poids : 1,9 kg

L'étau 103.8883 **245,00 F**

POSTE TELEPHONIQUE DIGITAL 2000-10

- A micro-processeur et mémoires
- Affichage LCD des n° et de la durée
- Ampli incorporé - Agréé PTT - Etc..
- Très belle fabrication.
- Matériel neuf (Quantité limitée)

Version numérotation décimale 103.9318 **439,00 F**

CONDITIONS GENERALES DE VENTE :

- * Règlement à la commande port et emballage : 28,00 F. FRANCO à partir de 700 F.
- * Contre-remboursement : frais en sus selon taxe en vigueur.

Pour faciliter le traitement de vos commandes, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés.

CONDITIONS GENERALES DE VENTE :

VENTE PAR CORRESPONDANCE BP 513 - 59022 LILLE CEDEX
TEL : 20 52 98 52 - FAX : 20 52 12 04

Nous avons la solution !

Selectronic
La passion de l'électronique !

TOUJOURS DES OPPORTUNITES ET PROMOTIONS CHEZ SELECTRONIC !
Envoi de notre lettre d'informations sur simple demande

CONDITIONS GENERALES DE VENTE : Voir nos publicités annexes
VENTE PAR CORRESPONDANCE BP 513 - 59022 LILLE CEDEX
TEL : 20 52 98 52 - FAX : 20 52 12 04

SOMMAIRE ELEX N°48

- 60 ➤ mots croisés
- 60 ➤ petites annonces gratuites

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 4 ➤ Rési & Transi : bande dessinée
- 8 ➤ les lampes fluorescentes
- 16 ➤ les moteurs électriques
- 28 ➤ système K : combinaisons
- 50 ➤ la doc ad hoc :

le régulateur de tension 723

R · É · A · L · I · S · A · T · I · O · N · S

- 13 ➤ une machine à rêves
(générateur de bruit de vagues)
- 20 ➤ un module capacimètre
- 26 ➤ un interrupteur crépusculaire
pour lampes fluorescentes
- 32 ➤ un détecteur de fin de course
- 34 ➤ un dé électronique
pour faire plus ample connaissance avec le circuit intégré 4029
- 37 ➤ un compte-pose pour agrandisseur
- 42 ➤ un stéthoscope audio
- 43 ➤ une alimentation d'école autour du 723
- 52 ➤ un ionomètre
- 55 ➤ clignotant à LED sous 220 V

avec
circuits
imprimés

Annonceurs : ARQUIÉ COMPOSANTS p. 49 - BÉRIC p. 48 - B.H. ÉLECTRONIQUE p. 49 - CENTRAD p. 63 - CIF p. 61 et 62 - COMPOSANTS DIFFUSION p. 49 - COMSIUM p. 49 - ELC p. 63 - ELECTRON SHOP p. 49 - EURO COMPOSANTS p. 49 - EUROTECHNIQUE p.7 - EXPOTRONIC p. 23 et p. 59 - HB COMPOSANTS p. 49 - J.REBOUL p. 48 - LAYO FRANCE p. 49 - LOISIRS ELECTRONIQUES p. 48 - MAGNÉTIK FRANCE p. 31 - MICROPROCESSOR p. 49 - PUBLITRONIC pp. 6, 23, 61 et 62 - SÉLECTRONIC pp. 2, 61, 62 et 64 - SPESYS p. 49 - SAINT-QUENTIN RADIO p. 49 - SVE ELECTRONIC p. 49 - TSME p. 49 - URS MEYER p. 49

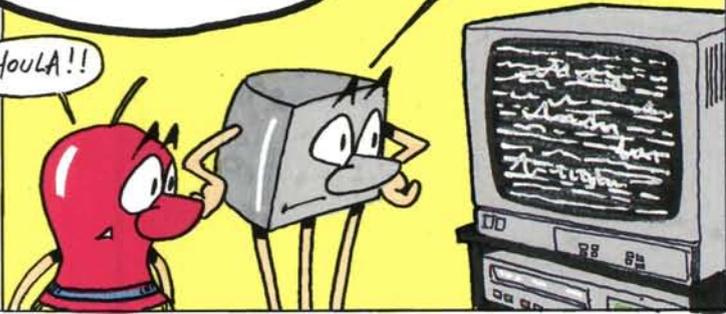


LES BIDOUILLES DE

DIS DONG

...T'AS VU ÇA??

Houla!!



J'AI RECOLLÉ CETTE BANDE VIDÉO QUI ÉTAIT DÉCHIRÉE. C'EST UNE CATASTROPHE.

NORMAL, ANDOUILLE! TU LUI AS BROUILLÉ LES PISTES!



TU AURAS REMARQUÉ LA DIFFÉRENCE DE LARGEUR D'UNE BANDE AUDIO ET D'UNE BANDE VIDÉO?

OUI, ET ALORS?



SUR UNE BANDE AUDIO, LES SIGNAUX SONT PLACÉS LES UNS À CÔTÉ DES AUTRES DANS LE SENS DU DÉFILEMENT DE LA BANDE.



SI L'ON FAISAIT LA MÊME CHOSE AVEC LES SIGNAUX DE L'IMAGE, QUI SONT BEAUCOUP PLUS ENCOMBRANTS, IL FAUDRAIT, POUR LES CASER, DES KILOMÈTRES DE BANDE!

... WHA! ET LES MAGNÉTOSCOPES SÉRAIENT GROS COMME DES LAVE-VAISSELLE!



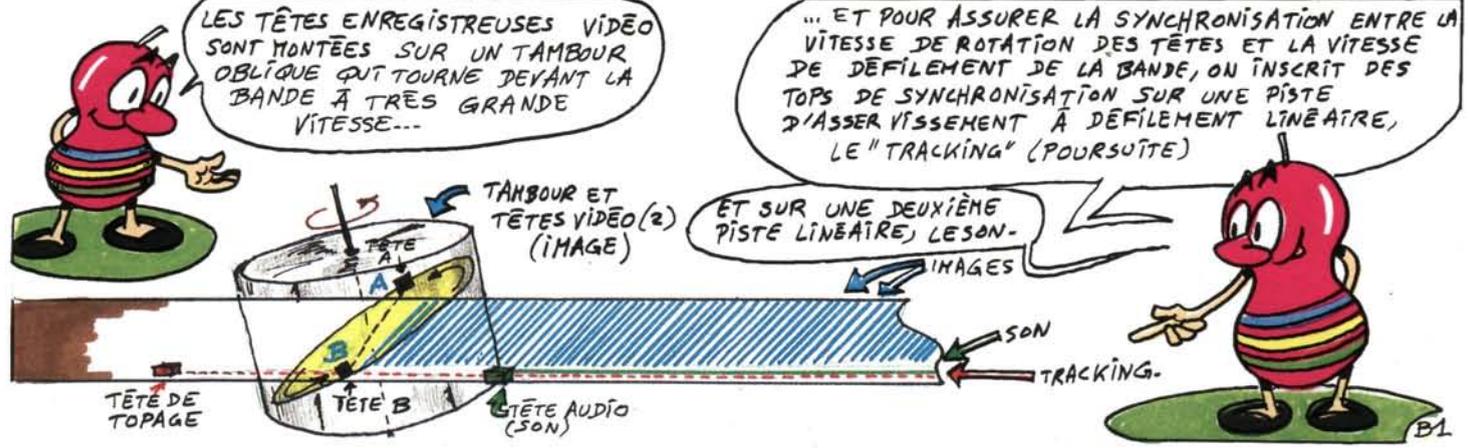
POUR GAGNER DU TEMPS ET DE LA PLACE, ON MET LES SIGNAUX EN COUCHES SUPERPOSÉES INCLINÉES. (COMME TU RANGES TES ALBUMS DE B.D., SI TU LES RANGES!)



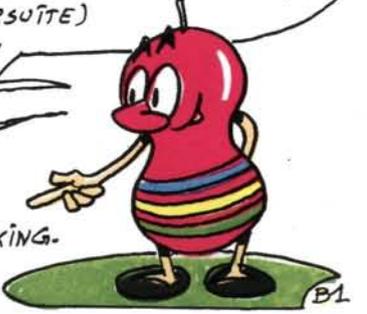
ÇA PERMET D'OBTENIR UNE LECTURE SANS DISCONTINUITÉ, EN UTILISANT 2 TÊTES. (DÉFILEMENT HÉLICOÏDAL)

LES TÊTES ENREGISTREUSES VIDÉO SONT MONTÉES SUR UN TAMBOUR OBLIQUE QUI TOURNE DEVANT LA BANDE À TRÈS GRANDE VITESSE...

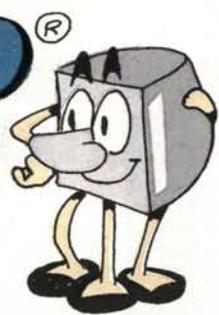
... ET POUR ASSURER LA SYNCHRONISATION ENTRE LA VITESSE DE ROTATION DES TÊTES ET LA VITESSE DE DÉFILEMENT DE LA BANDE, ON INSCRIT DES TOPS DE SYNCHRONISATION SUR UNE PISTE D'ASSERVISSEMENT À DÉFILEMENT LINÉAIRE, LE "TRACKING" (POURSUITE)



ET SUR UNE DEUXIÈME PISTE LINÉAIRE, LE SON-



RESI & TRANSI[®]



DESSINS : YVON DOFFAGNE - COULEURS : COOKY F.

IL Y A DONC NON SEULEMENT UN DÉCALAGE ENTRE IMAGE ET SON MAIS AUSSI UNE SUPERPOSITION PARTIELLE D'IMAGES.

IMAGE "N" SON DE L'IMAGE "N"

CE QUI FAIT QU'EN COUPANT ET RECOLLANT TA BANDE, TU AS MUTILÉ DES IMAGES ET PERTURBÉ L'ASSERVISSEMENT!

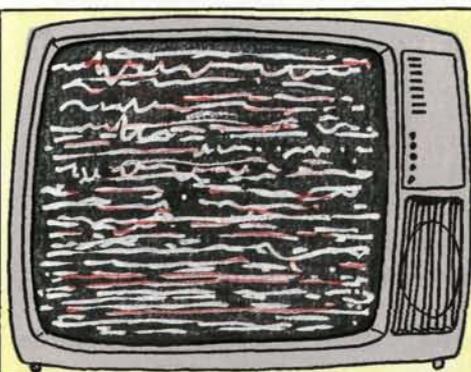
BON! OK! ET ALORS?

...ALORS LA VIDÉO PERD LA BOULE, TIENS!

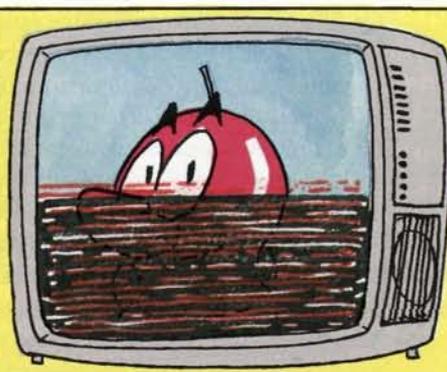
LES "TOPS" DE SYNCHRO POURRAIENT ÊTRE COMPARÉS AUX PERFORATIONS D'UN FILM. SEULEMENT VOILÀ, ILS SONT INVISIBLES!

TU NE SAIS DONC PAS OÙ TU AS COUPÉ! D'OÙ, DÉSynchronISATION DES TÊTES DE LECTURE ET DE LA BANDE. PENDANT QUELQUES SECONDES, TON MAGNÉSCOPE PATINE DANS LA CHOUCROUTE AVANT DE SE RÉALIGNER.

JE SUIS SÛR QU'IL L'A FAIT EXPRES... POUR BOUFFER LA CHOUCROUTE!



DÉSynchronISATION.



RÉALIGNEMENT.



FIN DE RÉALIGNEMENT.

MAIS ALORS, COMMENT FAIT-ON POUR FAIRE UN MONTAGE, EN VIDÉO?

IL FAUT IMPÉRATIVEMENT TRAITER DES IMAGES ENTIÈRES ET SYNCHRONISÉES. ON A RECOURS À L'ELECTRONIQUE. POUR ASSURER UNE SYNCHRO PARFAITE ENTRE DEUX MAGNÉTOSCOPIES ET COPIER LES IMAGES DE L'UN À L'AUTRE.

JE T'EXPLIQUERAI...

ENCORE UN GAG A TRANSI, GA!

EH, LES GARS, C'EST BIEN ICI QU'IL Y A UN CASTING POUR UN GRAND FILM T.V.??

HEIN? C'EST ICI?

lampes fluorescentes

éclairage économique

Le titre pourrait laisser penser que nous allons traiter d'un nouveau type de lampe. Il n'en est rien. Les lampes dont nous allons parler sont les tubes fluorescents, qui éclaireraient peut-être votre lecture (tubes dits TL), et les lampes, coûteuses à l'achat, mais moins gourmandes en énergie et d'une plus grande longévité que celles à incandescence, connues sous les noms de PL et SL.

Comme ce numéro décrit un montage à réaliser autour d'une lampe SL, il était bon de regarder de plus près comment elle fonctionne.

Les tubes fluorescents, les tubes au néon⁽¹⁾, les lampes à vapeur de sodium ou à vapeur de mercure à haute pression appartiennent à la même famille. Pour toutes ces lampes, la lumière est due, directement ou indirectement, à une décharge électrique dans un gaz, d'où leur nom de "lampes à décharge".

Qu'est-ce qu'une décharge électrique dans un gaz et pourquoi cela produit-il de la lumière ? Voyons sur la **figure 1** comment est constitué un tube fluorescent ordinaire (tube TL). C'est un tube de verre (7) aux extrémités duquel se trouvent des filaments (1) portés à incandescence, les électrodes. Le tube lui-même contient un mélange de gaz, vapeur de mercure et argon entre autres, et il est intérieurement recouvert d'une couche de poudre fluorescente.

Supposons pour commencer que la lampe éclaire, nous verrons ensuite comment l'allumer. Les électrodes sont chauffées comme le filament d'une lampe à incandescence. Plus on chauffe un métal, moins les électrons à sa surface sont retenus : ils tendent à "s'évaporer". S'ils sont soumis à un champ électrique, ils "s'évaporent" dans la direction (une "direction" suppose deux sens) du champ, don-

- | | | |
|---|-------------------|--|
| 1 filament incandescent | 2 électrons | 3 atome de gaz |
| 4 radiations ultraviolettes nées des collisions | 5 lumière visible | 6 poudre fluorescente produisant, sous l'influence du rayonnement ultraviolet, de la lumière visible |
| | | 7 tube de verre |

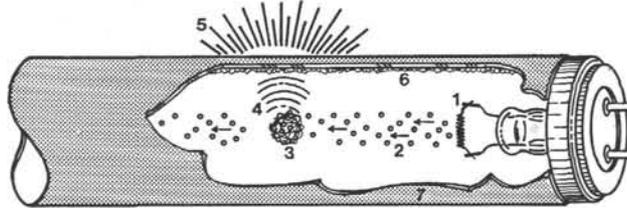


Figure 1 - Intérieur d'un tube fluorescent.

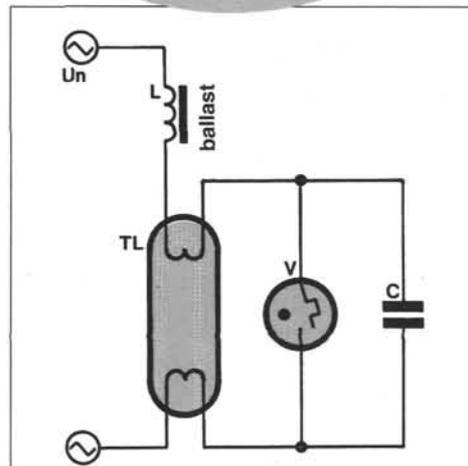
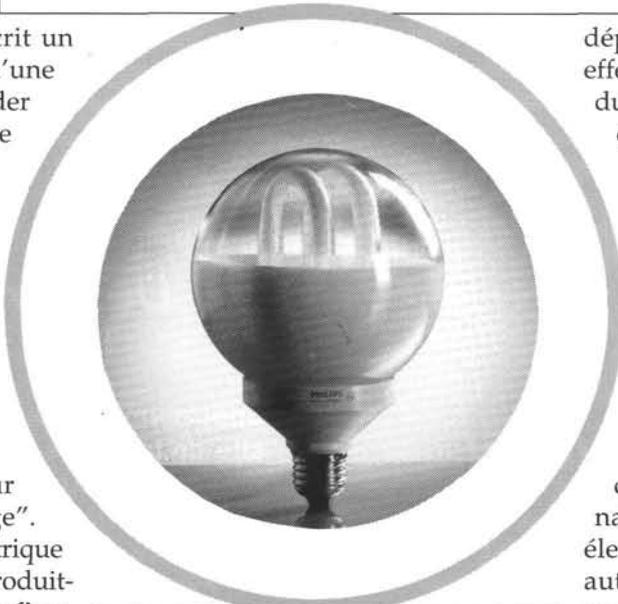


Figure 2 - Une bobine (le ballast), un démarreur et son condensateur d'anti-parasitage, et naturellement un tube fluorescent, sont les constituants de ce que l'on appelle improprement un "tube au néon".ballast

nant naissance à un courant (2). Comme la voie n'est pas libre puisque le tube dans lequel ils circulent contient des gaz, les électrons rencontrent des atomes sur leur chemin ce qui donne lieu à des transferts d'énergie cinétique : c'est du billard. De ces transferts d'énergie résultent trois types de réaction : heurtés par les électrons les atomes se

déplacent plus vite, ce qui n'a pour effet que d'augmenter la température du gaz (la chaleur est un mouvement désordonné). Ce chauffage se fait en pure perte, puisque le but de l'opération est d'éclairer. Le deuxième effet est plus intéressant : sous l'effet de la collision, les atomes perdent des électrons qui, ainsi libérés, participent à la course et augmentent le courant. Tout se passe comme s'il y avait une avalanche d'électrons. Le troisième effet est celui que nous attendons : des collisions naît la lumière. Dans un atome, les électrons ont des orbites stables autour du noyau, caractérisées par une certaine énergie. Pour qu'un électron change d'orbite et s'éloigne du noyau, il faut lui fournir de l'énergie. On dit alors que l'atome est excité. En rencontrant les atomes, les électrons libres qui circulent dans le tube les mettent quelquefois dans cet état instable d'excitation. Cet état ne dure pas et, au bout d'un certain temps, un électron déplacé retombe sur son orbite d'origine en libérant, sous la forme d'un photon (grain de lumière), l'énergie qui lui avait permis de s'éloigner. Les photons ont une longueur d'onde, caractéristique de l'atome dont ils sont issus ; dans le cas des atomes de mercure, dont est en partie constitué le gaz des tubes fluorescents⁽²⁾, ce sont des photons ultraviolets. Nous sommes bien avancés puisque le rayonnement ultraviolet est non seulement invisible mais en

(1) Les tubes au néon sont des tubes luminescents qui donnent une lumière rouge. Ils sont surtout utilisés pour les enseignes publicitaires ou la décoration.

plus dangereux⁽³⁾. C'est alors que le revêtement pulvérulent, qui opacifie de l'intérieur le tube, intervient : il absorbe les photons ultraviolets et libère en échange des photons de lumière visible.

amorçage d'une lampe à décharge

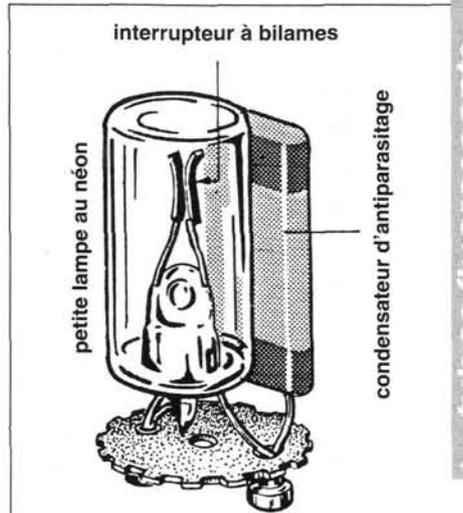
Tout le monde sait ça : un tube fluorescent ne s'allume pas immédiatement après sa mise sous tension. Un certain nombre de conditions doivent être remplies pour mettre en route le courant d'électrons. Il faut pour commencer les arracher à leur support : la tension entre les électrodes situées à chaque extrémité du tube doit donc être suffisante (compte tenu de leur distance) pour que le champ électrique leur permette de se libérer. Cette condition est remplie plus tôt si l'on chauffe les filaments. L'obtention de la tension relativement élevée de démarrage est due à un ballast, en fait une bobine, placé en série avec le tube et "commandé" par un démarreur⁽⁴⁾ en parallèle (figure 2). Voyons ce qu'est le starter.

Les démolisseurs invétérés, nombreux parmi les lecteurs (et les rédacteurs) de la revue savent que l'enveloppe de plastique du starter contient un ampoule de verre pourvue de deux connecteurs, qui ressemble fort à une lampe, et un condensateur d'antiparasitage en parallèle. Une observation plus attentive montre que chaque connecteur est relié à une plaquette métallique. Ce que l'on ne voit pas est que l'ampoule de verre contient du néon, un gaz plus rare dans les tubes que dans le langage.

Les deux plaquettes sont des bilames, constituées donc chacune de deux

métaux dont les coefficients de dilatation sont différents. Ils sont disposés de façon à se rapprocher l'un de l'autre, jusqu'à se toucher, s'ils sont chauffés. Le chauffage des bilames intervient dès la mise sous tension : cette sorte de tube au néon éclaire, puisqu'il y a décharge, et chauffe. Dès que les bilames sont assez chauds, ils font contact et court-circuit, si bien qu'un courant important circule. Comme on le voit sur la figure 2 le courant traverse le ballast et les deux filaments du tube qui chauffent à leur tour. Cependant, dès que les bilames ont établi le contact, la décharge et la production de chaleur cessent dans le petit tube au néon d'amorçage. Les deux bilames se refroidissent et finissent par couper le contact. Le courant est interrompu brutalement dans le ballast et les filaments. Comme le ballast est une bobine, son comportement à la coupure du courant est celui, assez singulier, des bobines. La figure 4 décrit précisément ce qui se passe alors. Récapitulons à l'aide de celle-ci.

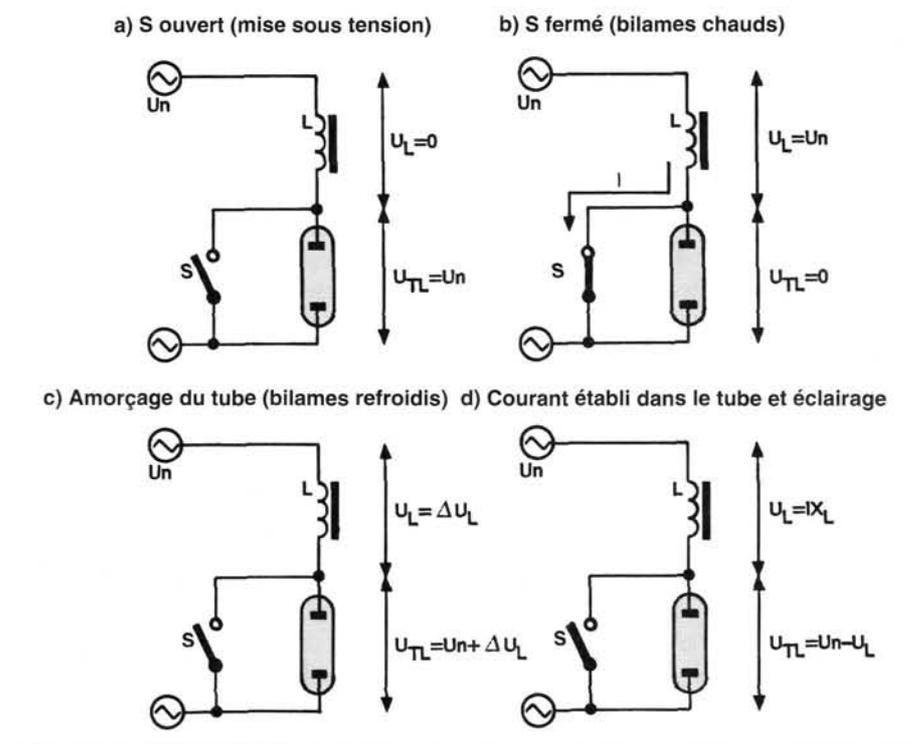
À la mise sous tension, lorsque la lampe n'est pas encore allumée et que les bilames de l'ampoule d'amorçage n'établissent pas encore le contact, le courant qui circule est minuscule. La tension aux bornes du tube est celle du secteur puisque la chute de tension dans le ballast est pratiquement



(petite) Figure 3 – Cette petite ampoule, qui n'éclaire pas, puisqu'elle est ordinairement cachée dans un petit cylindre opaque, contient deux petits bilames qui font contact lorsqu'ils sont chauffés. La fermeture de ce petit interrupteur provoque un petit court-circuit dont la rupture sonne le départ de la course des petits électrons dans le petit tube câblé en parallèle.

nulle (4a). Ensuite, les bilames se touchent et le circuit est fermé : le courant qui circule est maintenant très grand et, comme le tube est court-circuité, le ballast a toute la tension du secteur à ses bornes (4b). Dès que les bilames se refroidissent et ouvrent le contact, le courant est coupé brutalement : une force électromotrice importante, pro-

Figure 4 – Allumage d'une lampe à incandescence en quatre étapes.



(2) Le mercure est dangereux et il est bon de ne pas casser les tubes, même lorsqu'ils sont usagés.

(3) Les radiations ultraviolettes s'étagent entre le violet visible et les rayons X mous, entre 400 nm et 10 nm de longueur d'onde. Le soleil en produit beaucoup qui ne nous parviennent heureusement pas puisqu'elles sont bloquées dans la haute atmosphère par la fameuse couche d'ozone.

(4) On l'appelle starter pour éviter aux gens de prendre leurs tubes fluorescents pour des véhicules. Pour les mêmes raisons, les techniciens parlent de self parce qu'auto-inductance s'abrégierait en "auto"... Que ces stupidités ne vous empêchent pas de comparer le démarrage d'une voiture à l'amorçage d'une lampe à décharge.

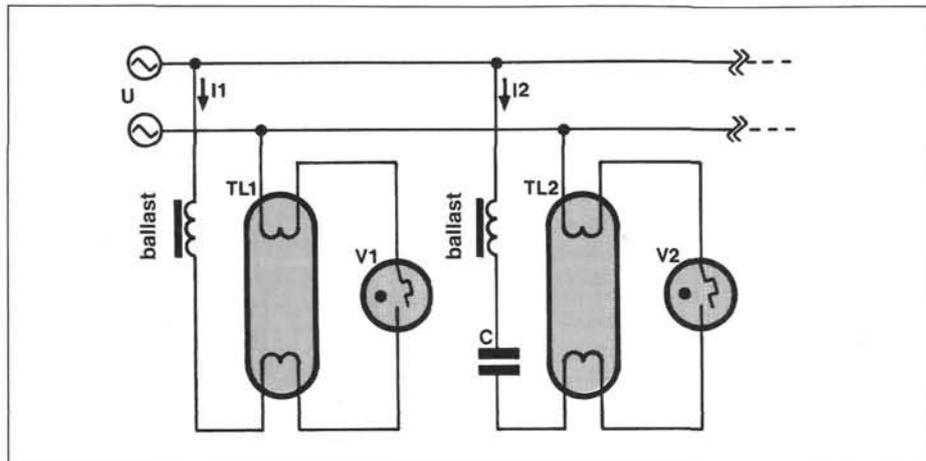


Figure 5 – Les tubes fluorescents sont, le plus souvent, câblés deux par deux en parallèle : en duo.

en attendre en retour, puisque seule la consommation du tube est prise en compte.

Pour les bureaux, les magasins, les usines, ce courant prend des proportions respectables. Dans de telles installations, le fournisseur d'électricité oblige le consommateur à prendre des mesures pour réduire au maximum la consommation de **puissance réactive** à laquelle un tel courant donne lieu : les spécialistes disent que le cosinus phi ($\cos\phi$, pour les intimes) doit être maintenu au-dessus de 0,857. Nous ne nous étendrons pas sur ces termes inconfortables qui nécessiteraient de trop longs développements et qui concernent surtout les gros consommateurs.

Puisque la bobine est **consommatrice** de puissance réactive, à cause du déphasage en retard du courant sur la tension qu'elle occasionne, on peut, pour compenser, inclure dans le circuit un **générateur** de puissance réactive : un condensateur pour lequel le déphasage du courant est en avance sur la tension. Ceci n'est pas fait pour étonner les lecteurs d'ELEX, puisqu'ils savent qu'en continu le courant, dans un circuit contenant un condensateur, est maximum à la mise sous tension, puis diminue quand la tension aux bornes du composant augmente, pour s'annuler lorsqu'elle est maximale. Si l'on câble deux tubes en parallèle en ajoutant un condensateur, comme sur la **figure 5**, on modifie le déphasage pour le second tube de telle façon qu'il compense celui apporté par le premier. Cette façon de procéder présente un autre avantage important : un tube fluorescent clignote, à 100 Hz il est vrai et cela ne nous est pas perceptible⁽⁶⁾. Il est cependant possible qu'une machine tournante, éclairée

proportionnelle à l'inductance de la bobine et à la vitesse de variation du courant, tend à maintenir celui-ci dans le circuit. Il n'y a là rien de miraculeux. Si "inductance" vous fait penser à "inertie" et "bobine" à "volant d'inertie", vous n'êtes pas loin de la vérité. La bobine a en effet emmagasiné de l'énergie magnétique, comme un volant entraîné par un moteur emmagasine de l'énergie cinétique. La bobine a donc à ses bornes une tension élevée lorsque le court-circuit cesse, et cette tension se retrouve, avec celle du secteur, aux bornes du tube (4c). Le champ électrique est maintenant suffisant pour permettre aux électrons des filaments de se libérer et de circuler : le courant est donc établi entre les électrodes du tube. Les collisions de ces électrons libres primaires avec les atomes de gaz en libèrent d'autres comme nous l'avons vu plus haut, et le courant atteint rapidement son intensité de "croisière". Cette intensité est bien sûr limitée par la bobine qui lui évite d'atteindre une valeur destructrice (nous sommes en alternatif et l'impédance de la bobine est toujours en série avec le tube).

Les filaments incandescents manquent sur la **figure 4**. Théoriquement, ils ne sont pas nécessaires, mais le courant d'électrons s'amorce avec une tension beaucoup moins élevée si les électrodes sont chauffées. Pour des

tubes dont la longueur est supérieure à 50 cm, la différence est considérable.

charge complexe

Avec son ballast, un tube fluorescent est une charge dite complexe pour le secteur. Une telle charge peut poser des problèmes aux fournisseurs d'électricité comme EDF. – Pourquoi ? – Tout simplement parce qu'à cause de la bobine le courant qui traverse la lampe est déphasé de 90° en retard sur la tension du secteur. Tout se passe comme s'il y avait circulation de deux courants alternatifs dont les maximums ne se superposaient pas. Un des deux courants, en phase avec la tension du secteur, permettrait à la lampe de brûler, pendant que l'autre engendrerait dans la bobine un champ magnétique puis serait coupé. Ce dernier courant, que nous appellerons "aveugle", en quadrature retard sur la tension, est source de tous les maux pour les centrales électriques⁽⁵⁾. Celles-ci doivent en effet fournir de l'énergie à la bobine au moment où elles n'en ont pas de disponible (lorsque la tension s'annule) et en recevoir en retour lorsqu'elles n'en ont pas besoin. À cela s'ajoute que ce courant circule et chauffe donc les lignes par effet joule. La centrale doit donc compenser la perte d'énergie due à ce courant "aveugle" sans rien

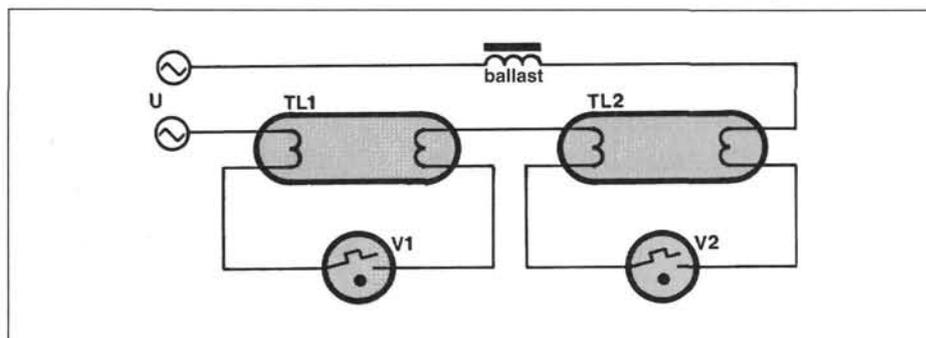
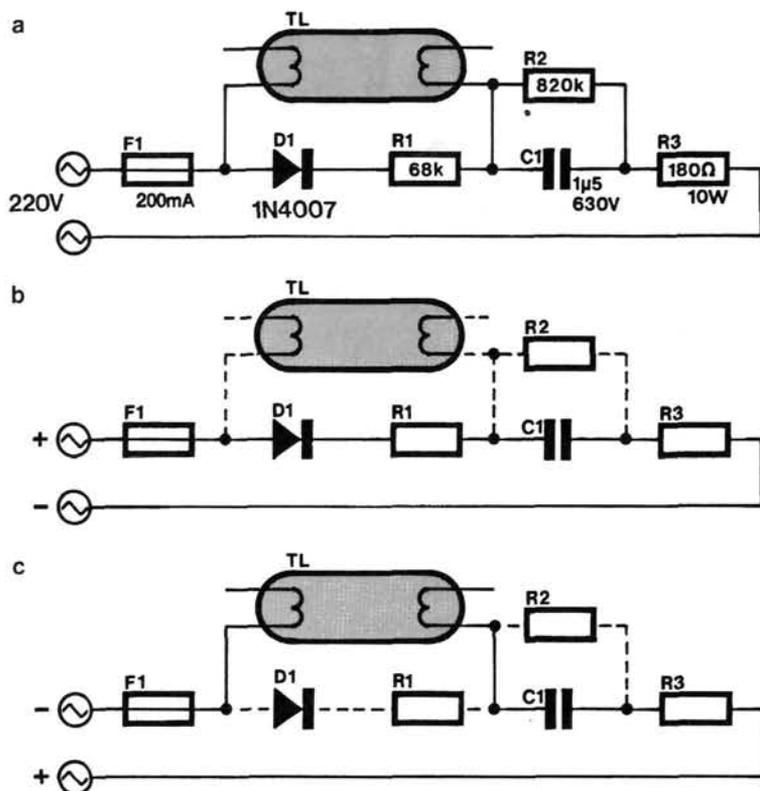


Figure 6 – Le câblage en tandem permet de faire l'économie d'un ballast : les starters fonctionnent cependant sous 110 V, ce qu'il faut préciser lors de leur achat, et la puissance nominale du ballast doit correspondre à la puissance totale des deux tubes.

⁽⁵⁾C'est l'intensité "dévattée" ou "magnétisante". Elle n'arrange les affaires de personne puisqu'elle correspond à une puissance, dite réactive, qui n'est pas utilisable.



Figures 7 et 8 – Pour des tubes de faible puissance (jusqu'à 8 W), comme ceux utilisés pour les baladeuses, il est possible de se passer de ballast.



par un seul tube, paraissent tourner plus lentement, voire même être arrêtée avec les conséquences dangereuses que vous imaginez (effet stroboscopique de *strobos*, "rotation" et *skopein* "examiner", "observer"). Avec le branchement en duo de la figure 5 et le condensateur de compensation, les tubes s'allumeront à peu près à tour de rôle et l'éclairage sera quasiment constant.

autres branchements

Les circuits décrits sur les figures 2 et 5, ne diffèrent guère quant au fonctionnement. Ce ne sont pas les seules manières de brancher des tubes fluorescents (TL ou PL). Nous allons en passer quelques unes en revue, en laissant de côté les solutions électroniques particulières, souvent trop compliquées à réaliser soi-même. Le branchement en tandem est des plus simples. Particulièrement adapté aux aquariums, aux vasques, à la décoration, il présente un certain avantage puisqu'il n'utilise qu'un ballast pour

deux lampes (figure 6). Le fonctionnement est en gros le même que dans un branchement normal mais ici les deux tubes et leur starter respectif sont en série. Il ne faut donc pas que les tensions d'amorçage soient trop élevées, sinon la tension du secteur ajoutée à la force électromotrice d'auto-induction n'y fera pas face. Ceci ne pose pas de problème si les tubes sont de petites dimensions (jusqu'à 20 W environ). Une précision cependant concernant les starters : quand vous les achetez, dites bien qu'ils fonctionnent sous 110 V au lieu de 220 V ou que ce sont des "starters-série". Le ballast doit d'autre part correspondre à la puissance totale des tubes.

Le procédé suivant (figures 7 et 8) est utilisé pour l'amorçage des baladeuses à tube fluorescent et ne nécessite pas de ballast, ce qui représente un avantage de poids et de prix. Le branchement est le même que celui décrit sur la figure 2 à une différence près, l'absence de bobine. Pour ces tubes il n'est évidemment plus question de tension d'amorçage élevée ce qui s'explique par leur petite dimension. La tension crête du secteur est alors suffisante. Reste le problème de la limitation de courant, résolu de façon très élégante : le cordon qui relie la lampe au secteur est résistant. Sa longueur est telle que la résistance

en série avec la lampe soit de 1 kΩ. Le calcul montre que l'intensité du courant qui traverse une lampe de 8 W alimentée par ce cordon est limitée à 175 mA. Le cordon à lui tout seul consomme 30 W en effet joule (dégagement de chaleur) ce qui n'est malgré tout sensible au toucher qu'après quelques heures de fonctionnement de la baladeuse. Au total donc le dispositif consomme 38 W. La lampe à incandescence qui pourrait fournir la même quantité de lumière consumerait, elle, 40 W : on ne peut pas parler ici d'économie d'énergie. La baladeuse présente cependant quelques avantages : elle tient le choc, ce qu'on ne peut pas dire de sa collègue à incandescence, et la chaleur qu'elle diffuse est mieux répartie. Le dernier circuit dont nous parlerons peut faire l'objet d'un bricolage amusant et montrer qu'un tube fluorescent défectueux n'est pas forcément inutilisable. Comme le montre la figure 8, jusqu'à 8 W, les tubes ne contiennent pas de filament incandescent. On supprime ainsi une cause de panne

puisque ce filament est la partie la plus fragile d'un tube fluorescent. Il faut bien entendu que la tension d'amorçage soit supérieure à ce qu'elle serait si le tube était chauffé : ce circuit en tient compte. En effet, avant que la lampe fonctionne, pendant l'alternance positive, le conden-

(6) À moins de disposer d'un PC et du logiciel "CHRONOPC CHUTE LIBRE" proposé par l'Union des physiciens (50 F à l'ordre de L'Union des physiciens, chez Philippe Baffert, 3, rue Hector Berlioz 94370 Sucy en Brie). Ce logiciel, qui permet d'ailleurs des mesures plus sérieuses que celle-ci (ELEX numéro 44, page 10), est indispensable à tout enseignant de physique ou de mécanique un tant soit peu sérieux.

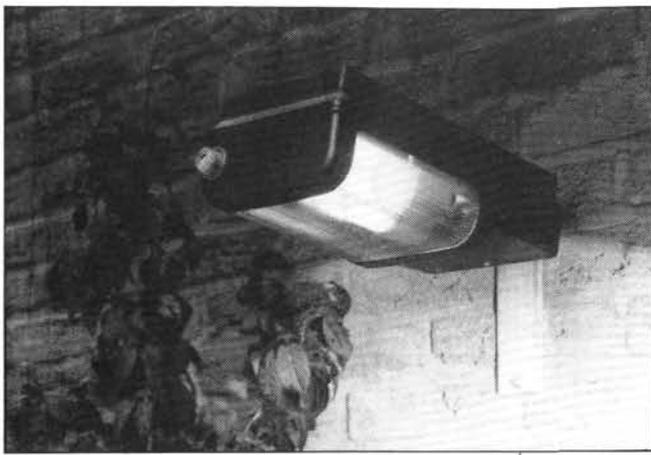
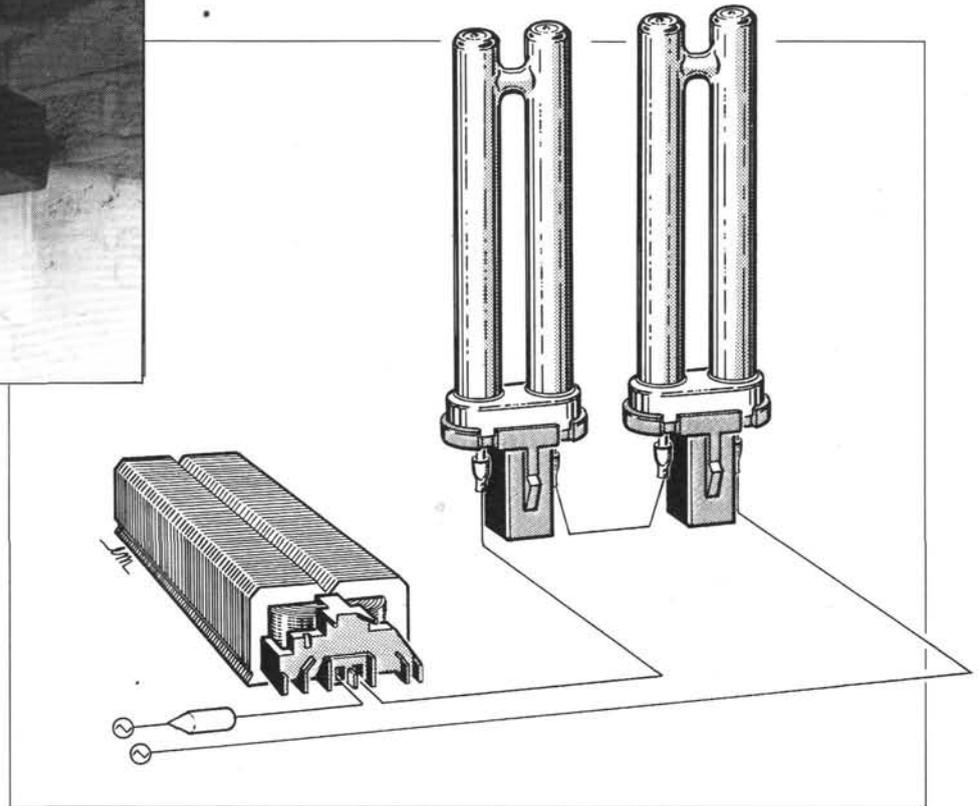


Figure 9 – La forme recourbée des tubes contenus dans les lampes SL et PL implique des conditions particulières d'ionisation aux gaz qu'ils contiennent.

Figure 10 – Il est possible de récupérer le ballast d'une lampe SL usagée pour amorcer une lampe PL. Il faut bien sûr qu'il y ait correspondance entre les puissances.



lampes PL et SL

sateur C1 (figure 8b) se charge à travers D1 et R1 à la tension crête du secteur, soit un peu plus de 300 V. Pendant l'autre alternance, le tube a entre ses électrodes la tension du secteur à laquelle s'ajoute la tension aux bornes du condensateur, soit plus de 600 V crête. C'est plus qu'il ne faut pour amorcer un tube de 8 W sans chauffer ses électrodes. Dès que la lampe est allumée, le courant ne passe pratiquement plus par R1 et D1 (il est inférieur à 1 mA) et la tension aux bornes de ces deux composants est assez proche de 0 V pour qu'on les considère hors circuit. Restent en course R3 et C1 qui limitent l'intensité du courant dans la lampe. À la différence de ce qui se passe dans la baladeuse décrite plus haut, cette limitation ne consomme presque pas de puissance en dehors des 5 W dissipés dans R3. – Et R2 ? – Comme vous l'avez sans doute remarqué, dans les cas 8b et 8c, cette résistance est représentée hors circuit par des pointillés. Elle ne joue de rôle qu'à la mise hors tension. Si le circuit est coupé du secteur à un moment où le condensateur est chargé, R2 lui permet de se décharger assez rapidement pour que les broches du cordon puissent être touchées sans danger.

Nous parlons des tubes fluorescents ordinaires, les TL et ce sont les PL et SL qui sont depuis quelques temps à l'ordre du jour. Il est de fait que toutes ces lampes fonctionnent suivant le même principe. Quelques différences méritent cependant d'être notées, puisque les dernières arrivées sur le marché ont nécessité un certain nombre de recherches avant leur commercialisation.

Le principal problème était leur forme repliée. Il fallait littéralement trouver quelque chose comme "le fusil à tirer les électrons dans les coins", ce qui n'était pas facile. Les électrons se déplacent en effet en ligne droite (pour les courtes distances où nous les considérons) même si cela doit signifier pour eux la traversée du verre et de l'air. Un mélange de gaz spécial, tout simplement ionisé, leur facilite le trajet, puisqu'il est conducteur, et leur évite donc de sortir du tube. Pour le reste, rien de changé, qu'elles soient PL ou SL, ces lampes nécessitent toujours une bobine et un starter. La différence entre les deux est que ces composants sont inclus dans les SL, qui sont donc un peu plus chères, alors que les PL ne contiennent que le starter. Lorsqu'une lampe SL rend l'âme, après quelques années,

c'est parce que le tube ou le starter sont hors service. Au lieu de tout jeter, les petits malins peuvent récupérer le ballast et l'utiliser pour une PL, à condition de tenir compte de leurs puissances respectives. Si vous démontez par exemple une SL de 18 W, son ballast servira à alimenter deux PL de 9 W en série (figure 10) ou une PL de 18 W. Le composant un peu exotique visible sur la figure 10 protégeait la lampe SL contre la surchauffe et peut donc être conservé.

conseils et précautions

Si vous avez l'occasion de bricoler le montage décrit sur la figure 10, n'oubliez pas les consignes de sécurité. Ne branchez jamais une lampe PL ou TL sans intermédiaire sur le secteur : le ballast est indispensable et ses caractéristiques doivent être telles que la tension aux bornes de la lampe ne soit pas trop élevée. Utilisez un ballast dont la puissance corresponde à celle que la lampe consomme. Effectuer un branchement avec une résistance ou un condensateur en série pose vraiment de grandes difficultés (dimensionnement de ces composants) et nous ne saurions trop vous le déconseiller.

886108

ersatz
électronique
du valium



MACHINE À RÊVES

WACHILIE Y BÈNEZ

pseudo-dent de scie

Le stress est une de ces maladies modernes qui s'attaquent aux « décideurs », aux « hommes » politiques, à tous ceux, en général, qui portent une charge trop lourde pour leurs épaules, sans voir de possibilité de fuite. Imaginez celui qui vous précédait dans la file du péage, au volant comme vous, par trente degrés à l'ombre, se demandant quand le bouchon allait avancer, ne se demandant pas pourquoi il devait aller reprendre son boulot le lendemain : il faut bien payer les traites de la roulotte, de la voiture qui la traîne, l'essence qu'elle engloutit toute l'année, il faut bien revenir bronzé pour pouvoir regarder en face le chef de bureau, il faut bien partir en vacances pour évacuer le stress de l'année... Certains cherchent la fuite dans les drogues, avec ou sans ordonnance médicale ; nous vous proposons de vous évader avec une machine à rêves, sans ordonnance ni contre-indication.

L'homme a besoin de repos. Un besoin vital de repos. Il ne s'agit pas tant du repos du corps – quelques heures de sommeil chaque nuit suffisent à remettre l'organisme en état de marche – que de celui du cerveau. Le repos cérébral est au moins aussi important, peut-être plus ! Il ne suffit pas de s'affaler le soir devant la télé pour se reposer les méninges. Il est indispensable de se vider par moments de tous ses soucis, qu'ils

soient professionnels, domestiques ou autres, de porter le regard au loin (à dix pas, comme on dit chez les militaires) et de mettre le cerveau au point mort (comme on fait...). Il semble que beaucoup de gens n'y arrivent qu'à grand peine, si on se reporte aux statistiques de consommation de calmants. En fait il n'est pas nécessaire de vous jeter sur votre flacon de valium chaque fois que vous voulez vous détendre un peu : il est connu que certains bruits procurent une détente bénéfique, et qu'ils ne produisent pas d'accoutumance. C'est le cas, par exemple, du bruissement du vent dans les branches, dans une forêt, ou du bruit des vagues au bord de la mer. Pour vous qui habitez en ville, il est encore possible de trouver un arbre qui ne soit pas empoisonné par les gaz d'échappement, mais quant à une forêt ou même un bosquet... nib ! Si encore vous trouviez plusieurs arbres et qu'il y ait du vent, le bruit serait largement couvert par celui des voitures, des camions, des bus et des pétrolettes de toutes sortes. Comme tout le monde ne peut pas habiter au bord de la mer (vous avez vu ce que c'est en juillet-août, au moment de la transhumance des hordes bataves et teutonnes), il ne vous reste qu'à prendre votre fer à souder et à fabriquer votre générateur de bruit de vagues individuel.

La caractéristique la plus marquante du bruit des vagues est sa montée lente, quand une vague arrive, et sa chute relativement brutale, quand elle s'écrase. Comme il s'agit d'un **bruit**, c'est un mélange aléatoire de toutes les fréquences possibles. Vous n'allez donc pas être étonné d'apprendre que notre générateur de bruit de vagues est constitué de deux parties : un générateur de dents de scie et un générateur de bruit. C'est la dent de scie qui reproduit le mieux la croissance lente et la décroissance rapide du bruit de la marée.

Il est probable que le coup d'oeil curieux que vous avez déjà jeté au schéma de la **figure 1** ne vous a pas permis de reconnaître les deux parties du montage. Nous allons l'examiner en détail. Commençons par le générateur de dents de scie construit autour du circuit intégré IC1. Il ne s'agit en fait que d'un générateur de pseudo-dents de scie : dans une vraie dent de scie, la croissance de la tension est **linéaire**, alors qu'ici nous avons affaire à une charge et une décharge du condensateur C1. Les connaisseurs savent que ce phénomène suit une courbe dite exponentielle*. Il n'en reste pas moins que la forme d'onde obtenue est presque assimilable à une dent de scie et qu'elle est parfaitement utilisable pour notre montage.

* Ce qui l'apparente aux vagues.

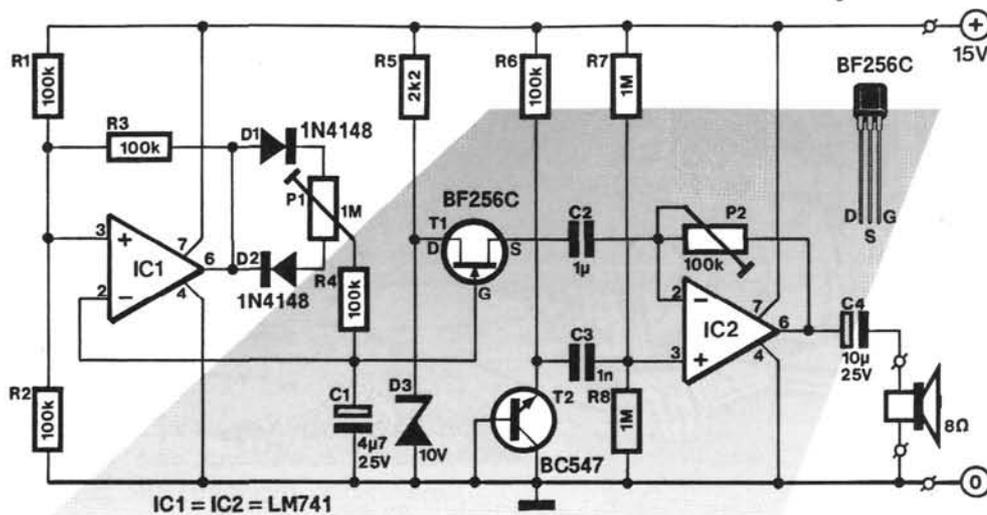


Figure 1 - Le générateur de bruit de vagues est constitué d'un générateur de (pseudo) dents de scie (IC1), d'un générateur de bruit (T2) et d'un amplificateur (IC2). La tension en dent de scie commande le gain de l'amplificateur par l'intermédiaire du transistor à effet de champ T1.

hystérésis

L'amplificateur opérationnel IC1 est monté en comparateur. Sa sortie ne peut donc prendre que deux états : haut, proche de la tension d'alimentation positive, quand la tension de l'entrée non-inverseuse (+) est supérieure à celle de l'entrée inverseuse (-) ; ou bas, proche de la tension d'alimentation négative (ici la masse), quand la différence de potentiel entre les entrées change de signe.

Supposons que le condensateur C1 est déchargé ; cette supposition n'est pas gratuite, C1 a toutes les chances de rester déchargé aussi longtemps que le montage n'est pas sous tension. Ce condensateur déchargé présente à l'entrée inverseuse du comparateur une tension nulle, donc forcément inférieure à celle de l'entrée non-inverseuse, fixée par le diviseur R1/R2 à la moitié de la tension d'alimentation (nous verrons plus loin le rôle de R3). La sortie du comparateur prend sa valeur la plus haute. La tension d'alimentation est appliquée, par la diode D1, la partie « supérieure » de P1 et R4, au condensateur C1 qui se charge. La charge dure jusqu'à ce que la tension dépasse celle de la broche 3 du comparateur. À ce moment la sortie bascule (elle prend l'état bas), ce qui permet au condensateur de se décharger, toujours à travers R4, mais cette fois à travers la moitié « inférieure » de P1 et la diode D2. La décharge dure jusqu'à ce que la tension de l'entrée inverseuse devienne inférieure à celle de l'entrée non-inverseuse, que le comparateur bascule à nouveau, et que le condensateur recommence à se charger.

En pratique, notre oscillateur risque de ne pas donner satisfaction : le changement d'état de la sortie se produit pour une différence de tension entre les entrées de quelques millivolts seulement. Si nous donnons à la tension de référence de l'entrée non-inverseuse une valeur fixe, l'oscillation de la sortie sera très rapide et de faible amplitude. Ce n'est pas ce que nous voulions. La solution tient dans la résistance R3, que nous avons écartée tout-à-l'heure.

Quand la sortie du comparateur est à l'état bas, R3 se trouve connectée en parallèle sur R2 (puisque leurs extrémités sont aux mêmes potentiels). La tension de l'entrée non-inverseuse est donc de 5V environ, et non de 7,5V.

[calcul pour les accros : $R2/R3 / (R1+R2/R3) \times 15V$]
La tension du condensateur devra donc diminuer jusqu'aux environs de 5V avant que le comparateur bascule. Dès que la sortie prend l'état haut, R3 se trouve en parallèle sur R1 ; un calcul similaire montre que la tension du condensateur doit atteindre 10V pour que le comparateur bascule à nouveau. L'amplitude de l'oscillation sur C1 est de 5V, ce qui est suffisant. De plus, la durée du cycle de charge-décharge s'allonge, autrement dit la fréquence diminue. L'écart de 5V entre les deux seuils de basculement du comparateur s'appelle hystérésis, un mot grec qui ne signifie rien d'autre que retard. Le rapport de résistance entre les deux parties de P1 détermine le rapport entre les temps de charge et de décharge du condensateur, donc la pente des courbes correspondantes. C'est le réglage de P1 qui donnera son aspect à la dent de scie.

générateur de bruit

Dans la plupart des appareils électroniques d'usage courant, comme les amplificateurs ou les récepteurs de radio, le bruit est l'ennemi qu'on essaie de supprimer à grand renfort de schémas *pinailés* et de composants triés. Ici aussi, nous avons besoin d'un composant sélectionné pour son niveau de bruit, mais pour un niveau aussi élevé que possible. Ce sera un transistor au silicium banal, utilisé dans des conditions particulières. Le BC547 repéré T2 est monté comme une diode, collecteur et base court-circuités, polarisée en inverse. Comme la tension d'alimentation est relativement élevée, la jonction base-émetteur se comporte comme une diode zener et laisse passer un courant limité par la résistance R6. Les diodes zener en général sont bruyantes, le transistor utilisé en diode zener est particulièrement bruyant.

C'est l'amplificateur opérationnel IC2 qui amplifiera le bruit du transistor jusqu'à un niveau suffisant pour le rendre audible. Il est monté en amplificateur inverseur, d'une sorte particulière. Le signal à amplifier n'est pas appliqué à l'entrée inverseuse, mais superposé à la tension de polarisation continue de l'entrée non-inverseuse (fixée à 7,5V par le diviseur R7/R8). Abstraction faite du condensateur C2, l'amplificateur est monté en suiveur de tension puisque sa sortie est reliée à l'entrée inverseuse. C'est vrai pour ce qui est des tensions continues, le gain est de un. Le condensateur intervient pour les tensions alternatives, il referme pour elles la boucle de contre-réaction. Le gain en alternatif est déterminé par le rapport entre P2 et la

résistance drain-source du transistor à effet de champ T1. Le trajet drain-source d'un transistor à effet de champ peut être considéré comme un canal dont la largeur – et la résistance – varie en fonction de la tension appliquée à la grille (un FET est commandé par une tension, contrairement aux transistors bipolaires, commandés en courant).

La grille du transistor à effet de champ est reliée au condensateur C1 ; le gain de l'amplificateur IC2 va donc varier en fonction de la tension de la dent de scie. Le bruit du transistor-zyner, audible dans le haut-parleur HP1, reproduit la montée lente et la descente brusque du bruit de la marée.

la construction

Deux amplificateurs opérationnels, deux transistors et quelques bricoles trouveront place facilement sur une platine d'expérimentation de format 1, **figure 2**, ou sur le petit circuit imprimé de la **figure 3**. Ni l'une ni l'autre méthode ne doit poser de problème. Dans le cas de la platine d'expérimentation, il faut simplement veiller à ne pas oublier de pont de câblage : dans les deux cas, respecter la polarité des diodes et condensateurs, et de monter les circuits intégrés sur des supports.

La tension d'alimentation, de 15V environ, sera fournie par un bloc secteur. La valeur exacte n'est pas importante, pas plus que la stabilisation, mais la tension doit être de 15V au moins pour que le bruit de T2 soit suffisant. Il n'est pas rare que les blocs-secteur à quatre sous délivrent une tension à peine filtrée. Si c'est le cas du vôtre, il suffit d'ajouter un condensateur de 470µF/35V en parallèle sur les bornes d'alimentation, sous la platine d'expérimentation, ou à la place réservée (C5) sur le circuit imprimé.

Le réglage n'est pas critique, c'est une simple question de goût. Le potentiomètre P1 sert à régler le rapport de durée entre les deux flancs de la dent de scie, autrement dit entre le temps de « montée » des vagues et le temps de « chute » (inutile de vous appuyer mille bornes par l'autoroute et le king-macquickburger* à la pause pour aller étalonner au bord de la mer).

*C'est encore plus mauvais quand ça remonte que quand ça descend, contrairement aux bananes, recommandées par tous les marins.

liste des composants

R1 à R4, R6 = 100 kΩ
R5 = 2,2 kΩ
R7, R8 = 1MΩ

P1 = 1 MΩ variable
P2 = 100 kΩ (voir texte)

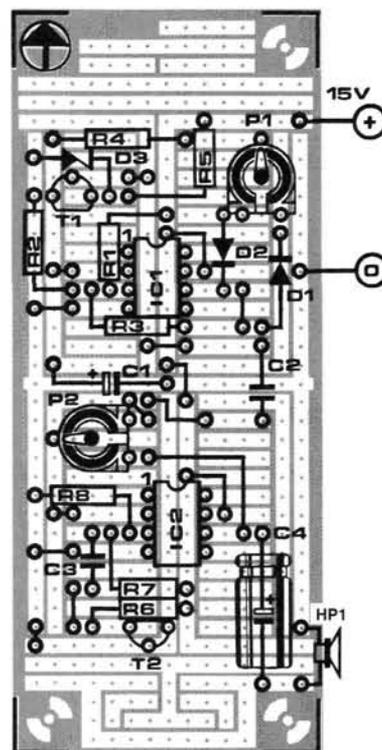
C1 = 4,7 µF/25 V
C2 = 1 µF (non polarisé)
C3 = 1 nF
C4 = 10 µF/25 V
C5 = 470 µF/35 V (voir texte)

D1, D2 = 1N4148
D3 = zener 10 V/400 mW
D4 = 1N4001 4007 (voir texte)
T1 = BF256C
T2 = BC547
IC1, IC2 = 741

HP1 = haut-parleur 8 Ω

platine d'expérimentation de format 1 ou circuit imprimé

Figure 2 - Tous les composants trouvent une place sur la platine d'expérimentation de format 1.



Vous pouvez décider de régler le volume une fois pour toutes, le potentiomètre P2 sera alors un modèle miniature installé sur le circuit imprimé ; ou bien de le rendre variable, dans ce cas P2 sera un potentiomètre ordinaire dont l'axe sortira du coffret.

utilisation

En plus de son utilisation anti-stress (dans la chambre à coucher ou comme un baladeur dans les embouteillages), la machine à rêves peut trouver d'autres applications, comme les effets sonores pendant les projections de films, de diapositives, ou des représentations théâtrales. Vous pouvez aussi le construire juste pour le plaisir et dissimuler le haut-parleur à proximité de votre bocal à poissons rouges, ça leur fera des vacances.

886106

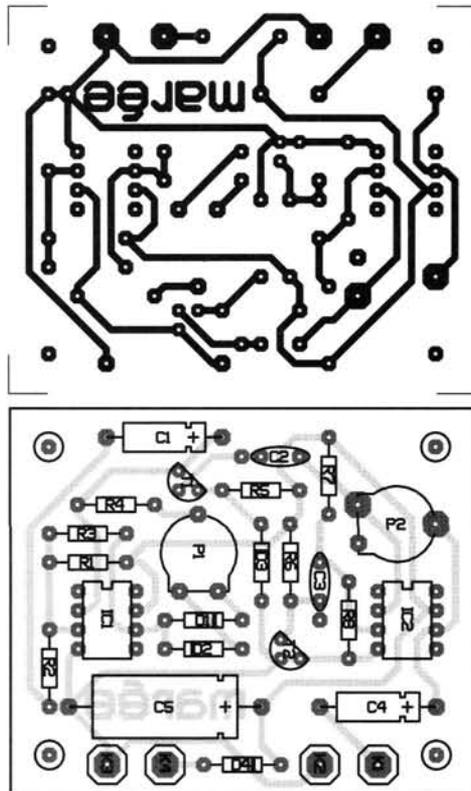


Figure 3 - Le circuit imprimé dessiné pour ce générateur de bruit de vagues. Le condensateur de filtrage supplémentaire y est prévu, de même que la diode D4 pour les étourdis qui raccorderaient à l'envers les deux fils du bloc secteur. Si vous montez un potentiomètre extérieur pour le volume, prévoyez des picots à souder dans les deux grosses pastilles de P2.

MOTEURS ELECTRIQUES

Plus personne ne s'étonne aujourd'hui de voir un appareil se mettre en mouvement quand il enfonce une fiche dans une prise de courant. Les moteurs électriques sont devenus quelque chose de banal. Ce n'est pas étonnant car il y a plus de cent ans que l'électricité fait tourner des machines. Ce qui peut rester un peu mystérieux, c'est la façon dont ce courant d'électrons invisibles peut provoquer un mouvement.

sont de même signe, ce qui a tendance à repousser le fil. La force symbolisée F est la somme de l'attraction et de la répulsion que subit le fil. Une force exactement identique et de sens opposé s'exerce sur l'aimant. Si l'aimant est fixé ou assez lourd, que le fil est mobile ou assez souple, il va s'écarter vers l'extérieur de l'aimant, s'éloigner du champ magnétique. C'est ainsi que le passage du courant électrique est converti en un mouvement. Dans cette expérience, le mouvement est de très faible amplitude et la force produite inutilisable pratiquement.

Le déplacement du fil cesse aussitôt qu'il se trouve en dehors du champ. Il va donc trouver une position d'équilibre, « au bord » du champ de l'aimant. Le phénomène serait plus intéressant si nous pouvions obtenir, au lieu du déplacement linéaire (la translation), un mouvement circulaire (une rotation). Dans ce cas, le fil resterait dans le champ magnétique. Tout cela est vite dit, mais la réalisation pose un certain nombre de problèmes.

Le phénomène qui permet à un moteur électrique de tourner est simple : il s'agit des forces d'attraction et de répulsion qu'exercent des aimants. Un conducteur quelconque, parcouru par un courant électrique, se transforme en aimant. Le passage du courant fait naître un champ magnétique autour du fil (figure 1).

Les lignes de force du champ sont orientées en fonction du sens du courant. C'est la règle dite du tire-bouchon qui permet de connaître cette orientation. Si nous imaginons que le tire-bouchon s'enfonce dans le fil dans le même sens que le courant, le

sens de rotation du tire-bouchon est le même que celui des lignes de force du champ magnétique.

Nous savons que deux aimants exercent une force l'un sur l'autre ; ils s'attirent si les pôles opposés se font face, ou se repoussent si les pôles identiques se font face. Le fil parcouru par un courant, entouré d'un champ, subit lui aussi une force s'il est placé dans un autre champ magnétique, comme celui d'un aimant permanent. Le phénomène est représenté par la figure 2 ; la partie 2b est une vue en coupe de la partie 2a. Elle représente le champ qui se construit autour du fil, et son orientation par rapport au champ de l'aimant permanent. Sur la gauche de la figure, les champs sont de sens opposé, donc le fil est attiré vers l'extérieur ; sur la droite, les champs

Figure 1 – Un champ magnétique se forme autour d'un conducteur parcouru par un courant. La règle du tire-bouchon permet de connaître l'orientation des lignes de force.

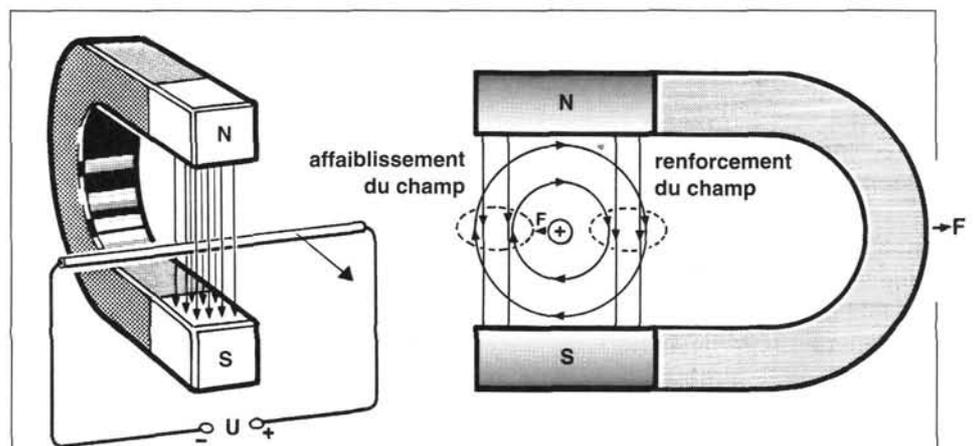
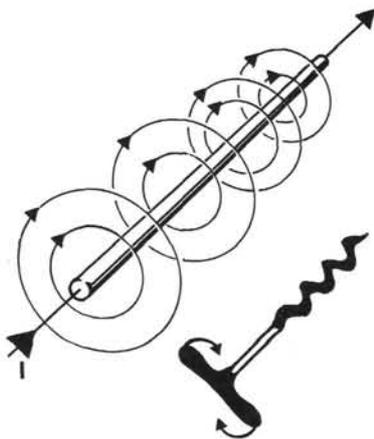


Figure 2 – Comme les deux champs se renforcent mutuellement à droite et s'opposent à gauche, le conducteur subit une force dirigée vers la gauche.

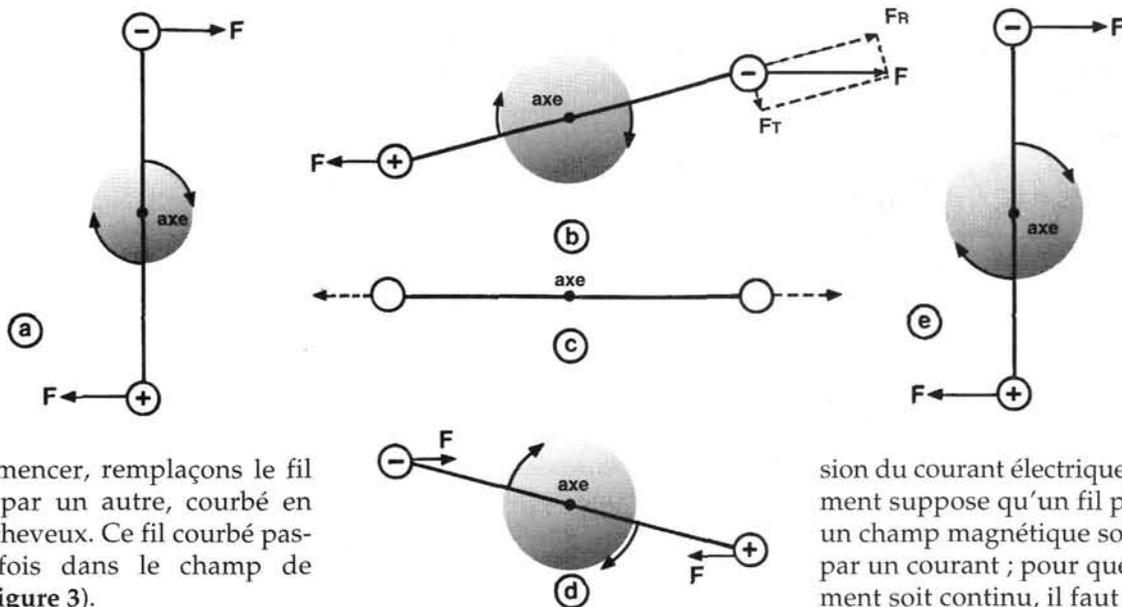


Figure 4 - Pour que l'épingle à cheveux tourne continuellement, il faut que le sens du courant, donc la polarité de la tension d'alimentation, change exactement au moment où le fil est dans un plan horizontal.

Pour commencer, remplaçons le fil rectiligne par un autre, courbé en épingle à cheveux. Ce fil courbé passe deux fois dans le champ de l'aimant (figure 3).

Si un courant parcourt ce petit cadre, il est de sens opposé dans chaque moitié du fil : de gauche à droite dans le fil inférieur, de droite à gauche dans le fil supérieur. Les conséquences mécaniques sont faciles à déduire. La moitié inférieure va être repoussée vers l'extérieur comme dans le cas du fil simple. La moitié supérieure va être attirée vers l'intérieur puisque le courant et le champ magnétique qu'il produit sont de sens opposé. Si l'épingle est montée sur un axe passant par le milieu de l'entrefer de l'aimant, elle va tourner autour de cet axe, sous l'effet du couple de forces antagonistes (figure 3b).

La figure 4a représente l'épingle sans les différentes lignes de champ. Si l'épingle est libre de se mouvoir, elle arrivera en position horizontale. À ce moment le mouvement s'arrêtera puisque les forces s'exerceront dans le plan de l'axe (figure c). Les choses en resteront là si rien ne se passe. On peut imaginer de couper le courant aussitôt que l'épingle arrive à l'horizontale. La force d'inertie lui permet alors de continuer sa course pour

revenir dans la position d'origine. Malheureusement les forces de frottement auront tôt fait d'arrêter le mouvement, sans parler de la charge mécanique éventuelle du moteur. Pour assurer le mouvement, il faut inverser le sens du courant dans l'épingle pour créer des forces orientées dans le bon sens, à condition que la position horizontale soit légèrement dépassée (figure 4d). La rotation reprend pour un demi-tour, en passant par la position de la figure 4e (identique à celle de la figure 4a), pour finir comme en 4c. Il faut à nouveau inverser le sens du courant.

Le mouvement continue, nous avons créé un moteur électrique, constitué comme les autres d'une partie fixe, le stator, et d'une partie mobile, le rotor. Nous tirons deux conclusions importantes de ce qui précède : la conver-

sion du courant électrique en mouvement suppose qu'un fil plongé dans un champ magnétique soit parcouru par un courant ; pour que le mouvement soit continu, il faut que le sens du courant soit inversé à chaque demi-tour. Cette dernière condition peut être remplie de deux manières. La première est d'alimenter le moteur en courant alternatif. Il faut alors que l'inversion de polarité se produise au bon moment, ce qui se passe bien en pratique, car le moteur a tendance à tourner plus vite que ne le permet la fréquence de la tension alternative. Si le fil de notre moteur (figure 3) a dépassé l'horizontale avant l'inversion du sens du courant, les forces produites le freineront pour le « remettre au pas », le synchroniser. Avec une tension à 50 Hz comme celle du secteur, le moteur ne peut tourner qu'à la vitesse de 50 tours par seconde, soit 3000 tours par minute. Si la charge mécanique ou les frottements sont trop importants, le moteur s'arrête.

Si nous voulons alimenter notre moteur en courant continu, il faut trouver un moyen d'inverser la polarité à chaque demi-tour. Ce moyen s'appelle **collecteur**, il est représenté sur la figure 5. Le collecteur est constitué, pour notre rotor à deux pôles, de deux demi-bagues conductrices, isolées l'une de l'autre, montées sur l'axe du moteur. Elles sont reliées chacune à une extrémité de l'enroulement du rotor, et reçoivent le courant par deux frotteurs, les **balais**. Les balais sont soumis à une tension continue, leur polarité ne change pas. Ce qui change à chaque demi-tour, c'est l'extrémité de l'enroulement qui est alimentée par un balai donné.

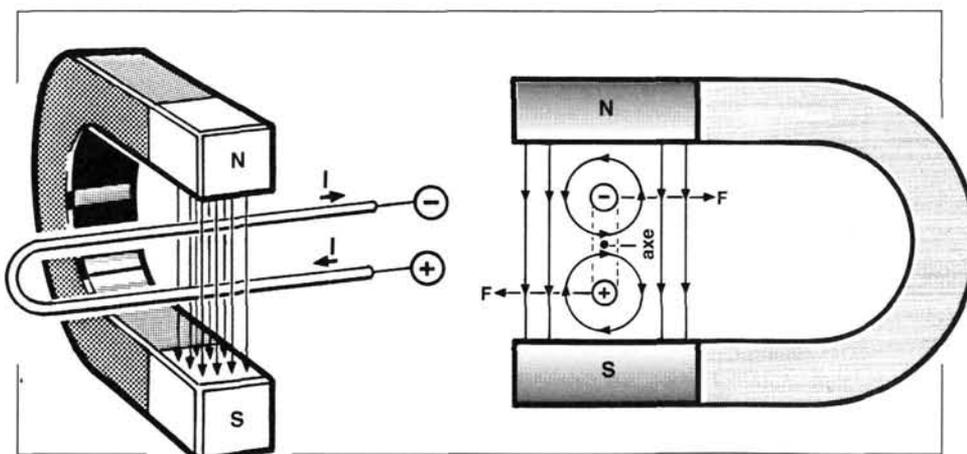


Figure 3 - Le fil courbé en épingle à cheveux tourne sous l'effet du champ magnétique.

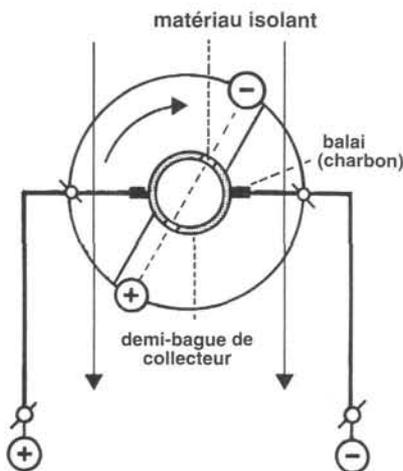
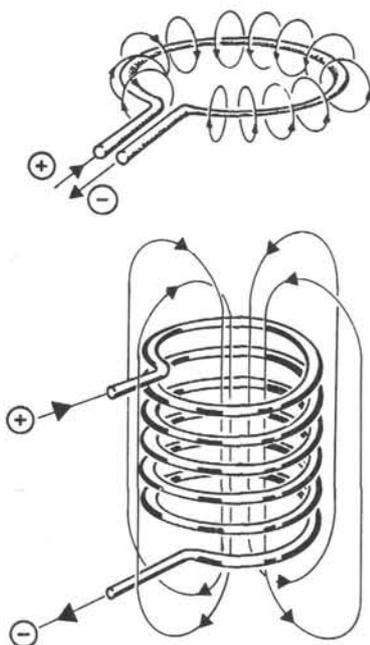


Figure 5 - Deux demi-bagues connectées aux extrémités de la bobine sont montées sur l'axe. Les balais, ou charbons, viennent en contact avec le collecteur que forment ces deux demi-bagues. Cette disposition permet d'inverser la polarité au moment exact où la bobine est horizontale.

L'inversion se produit maintenant quand le rotor est exactement à l'horizontale.

L'avantage de ce moteur à courant continu par rapport à son homologue à courant alternatif est que la vitesse de rotation n'est plus liée à la fréquence de la tension d'alimentation, ni du côté des basses vitesses ni du côté des hautes vitesses. Cet avantage est lié au fait que c'est le rotor lui-

Figure 6 - Le champ du rotor augmente si le bobinage comporte plusieurs spires au lieu d'une seule.



même qui commande l'inversion de polarité. Le régime (ou vitesse de rotation) n'est plus déterminé que par la tension d'alimentation et la charge mécanique du moteur.

Jusqu'à présent, nous avons considéré un moteur dont le rotor est constitué d'une seule boucle, même si nous l'avons appelé enroulement. Tout le monde a déjà vu les entrailles d'un moteur électrique, que ce soit un modèle industriel ou un moteur de train miniature ; tout le monde sait donc que les enroulements ne comportent pas une spire unique. Les noyaux portent toujours une bobine au nombre de spires important. Toutes ces spires parallèles ajoutent les champs qu'elles produisent, pour former un champ total beaucoup plus important (figure 6). On peut se demander pourquoi un champ plus intense est nécessaire, alors que le moteur peut tourner avec une seule spire. En fait, il ne suffit pas que le moteur tourne, il faut aussi qu'il dispose de la force nécessaire pour entraîner autre chose. La force que produit le moteur (le couple) est d'autant plus importante que sont intenses les champs magnétiques qui produisent les forces d'attraction et de répulsion. On pourrait aussi produire un champ plus intense en augmentant l'intensité du courant qui traverse l'enroulement. Cette équivalence est utilisée, entre autres, pour définir les bobines de relais : le champ magnétique nécessaire pour attirer la palette mobile ou le contact à lames souples est mesuré en **ampères-tours**. Une bobine de 1000 spires traversée par un courant de 1 milliampère produit le même effet qu'une « bobine » à une seule spire parcourue par un courant de 1 ampère. La construction d'un moteur résulte d'un compromis entre le nombre de spires qu'on peut loger sur le noyau, la section et la résistance du fil, l'intensité disponible, la tension d'alimentation...

La force produite par les champs magnétiques dépend autant du champ du rotor, que nous venons d'examiner, que de celui du stator, qu'il est beaucoup plus difficile de faire varier. Les aimants puissants et de grandes dimensions sont difficiles à fabriquer, et forcément coûteux. Ils sont remplacés dans les gros moteurs par des électro-aimants, d'autres enroulements. Le champ nécessaire

est obtenu aussi facilement que pour le rotor. Les deux éléments, rotor et stator, peuvent être connectés de trois façons différentes à la source d'alimentation. Ils peuvent être reliés en série, en parallèle, ou alimentés par des sources séparées (figure 7).

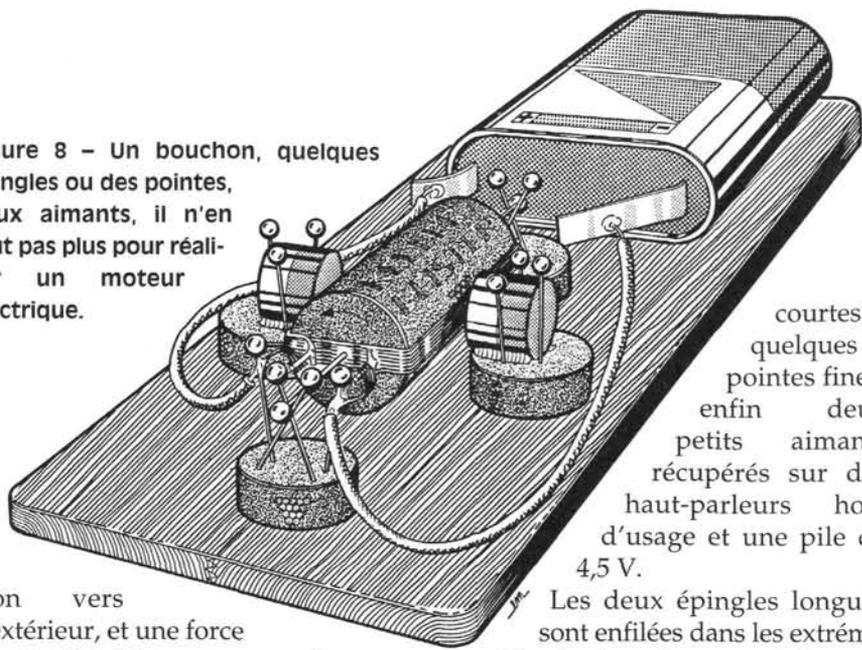
Les avantages et inconvénients de chaque type de moteur font préférer l'un ou l'autre pour chaque type d'application. Le moteur série peut être alimenté aussi bien en continu qu'en alternatif, d'où son autre appellation de **moteur universel** qui remonte à un temps (que les moins de vingt ans ne peuvent pas connaître) où l'électricité était distribuée par des sociétés indépendantes. Il n'y avait pas de normalisation sur la tension (110 V, 127 V, 220 V), sur la nature (continu ou alternatif), sur le nombre de phases... Il (le moteur série) présente l'autre avantage de développer son couple maximal à l'arrêt, ce qui le destine à la traction de véhicules. Pourquoi le moteur universel peut-il fonctionner aussi bien sur courant alternatif que sur courant continu ? Le sens de rotation est déterminé par le sens relatif des champs du stator et du rotor. Si nous inversons le sens du courant, ce sont les deux champs magnétiques qui changeront de sens en même temps ; comme leur sens relatif reste le même, le sens de rotation ne change pas. Pour vous en convaincre, essayez de changer sur la figure 2b le sens de toutes les flèches qui indiquent un champ, l'addition et la soustraction se produisent du même côté, la force a le même sens.

Le moteur parallèle ou *shunt* s'accommode aussi d'une tension alternative, mais supporte moins bien que le moteur série la commande de vitesse par variation de tension. Il fournit en revanche un couple plus important à vitesse élevée.

Le moteur à excitation séparée est comparable au moteur à aimant permanent : le champ du stator, même s'il est variable, est de sens constant. Cette caractéristique permet de commander le changement de sens de rotation en inversant la polarité de l'alimentation.

Revenons pour finir à la figure 4. Chaque fil est soumis à une force horizontale qui peut se décomposer, pour presque toutes les positions du cadre, en deux autres forces : une force radiale F_R dirigée de l'axe de rota-

Figure 8 - Un bouchon, quelques épingles ou des pointes, deux aimants, il n'en faut pas plus pour réaliser un moteur électrique.



tion vers l'extérieur, et une force perpendiculaire au rayon (tangente au cercle) Ft. Seule la force tangente au cercle sert à mettre le rotor en mouvement, la force radiale tend seulement à écarter les fils l'un de l'autre ou à les rapprocher (4b, 4d). La force utile, celle qui fait tourner le moteur, est maximale dans les positions a et e, minimale dans les positions b et d (nous supposons que le rotor n'est pas alimenté dans la position c). L'ingénieur qui conçoit un moteur cherchera donc à avoir toujours le rotor dans la position que nous appelons verticale. Malheureusement, ce n'est pas possible avec une seule bobine. C'est pourquoi la plupart des moteurs que vous pouvez trouver comportent un minimum de trois pôles, quelquefois huit ou douze. Cette multiplication des pôles permet d'avoir toujours au moins un pôle du rotor dans la position la plus favorable. Naturellement, le collecteur comporte un nombre de plages conséquent, les balais restant le plus souvent au nombre de deux. Plus le nombre de pôles est grand, plus régulière est la rotation, plus faciles les démarrages.

un petit moteur maison

Pour ne pas rester sur cette théorie un peu sèche, nous allons voir comment bricoler un petit moteur qui illustre le principe de fonctionnement. Il nous faut pour cela un bouchon, quelques mètres de fil de cuivre émaillé, quatre épingles à tête (deux longues et deux

courtes), quelques pointes fines, enfin deux petits aimants récupérés sur des haut-parleurs hors d'usage et une pile de 4,5 V.

Les deux épingles longues sont enfilées dans les extrémités du bouchon, parfaitement dans l'axe si possible : elles forment l'axe du rotor. Les deux épingles courtes sont fichées sur une des extrémités, sur un même diamètre de part et d'autre de l'axe ; elles forment le collecteur. Vient le moment de réaliser le bobinage, vingt spires de fil sur la longueur du bouchon, suivant deux génératrices du cylindre. Chaque extrémité du bobinage est soudée à l'une des épingles courtes (voir la figure 8).

Le rotor terminé vient reposer sur deux paliers constitués chacun de deux pointes croisées enfoncées en biais. Il doit pouvoir y tourner librement. Les aimants seront fixés par des pointes ou collés sur la planchette, de part et d'autre du rotor. L'un doit présenter son pôle sud au rotor, l'autre son pôle nord (dans cette position, ils s'attirent). Il reste à installer les balais du collecteur (ou charbons). Pour ce faire, vous dénuderez 1 centimètre des fils qui vont à la pile et vous les fixerez sur la planchette de telle façon qu'ils touchent les épingles quand la bobine est horizontale. C'est terminé, le moteur tourne. Il n'est d'ailleurs pas capable de faire grand chose d'autre.

Si vous voulez le faire fonctionner sur courant alternatif, il faut relier chaque extrémité de l'enroulement à une des épingles qui forment l'axe et non au col-

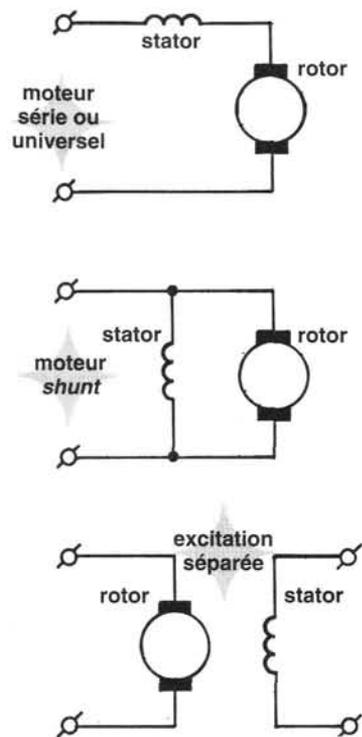
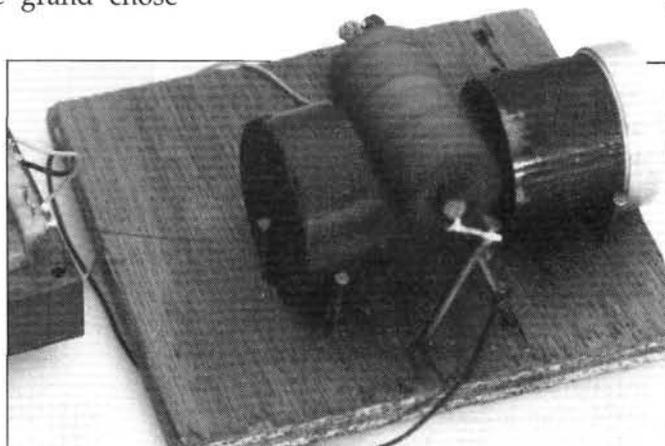


Figure 7 - Il existe trois façons de raccorder les enroulements des électroaimants d'un moteur électrique. Dans les deux premiers types, un changement de polarité n'a pas d'influence sur le sens de rotation ; ces moteurs peuvent donc être alimentés par un courant alternatif. Le troisième type, à excitation séparée, permet une inversion du sens de rotation par l'inversion de polarité sur le rotor seulement ou sur le stator seulement.

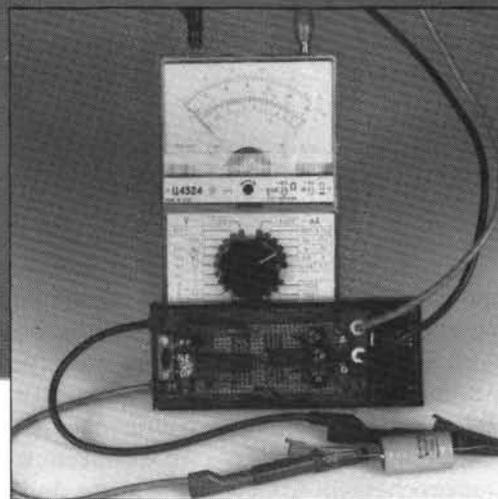
lecteur. L'alimentation se fera par les paliers, avec un petit transformateur de 6 V à 12 V. Attention, ce moteur ne démarre pas de lui-même, il faut le lancer à une vitesse suffisante pour qu'il se synchronise avec la fréquence du secteur. Ne laissez pas trop se prolonger la démonstration, car le moteur a tendance à chauffer. 87674

Figure 9 - Le moteur en pleine vitesse. Le transformateur montre que le moteur à bouchon peut fonctionner aussi avec un courant alternatif. C'est aussi un exemple de ce qu'il ne faut jamais faire : laisser à nu les connexions du secteur.



capacimètre

adaptateur pour mesurer
au multimètre des condensateurs
de 1 picofarad à 20 microfarads



conversion capacité-tension

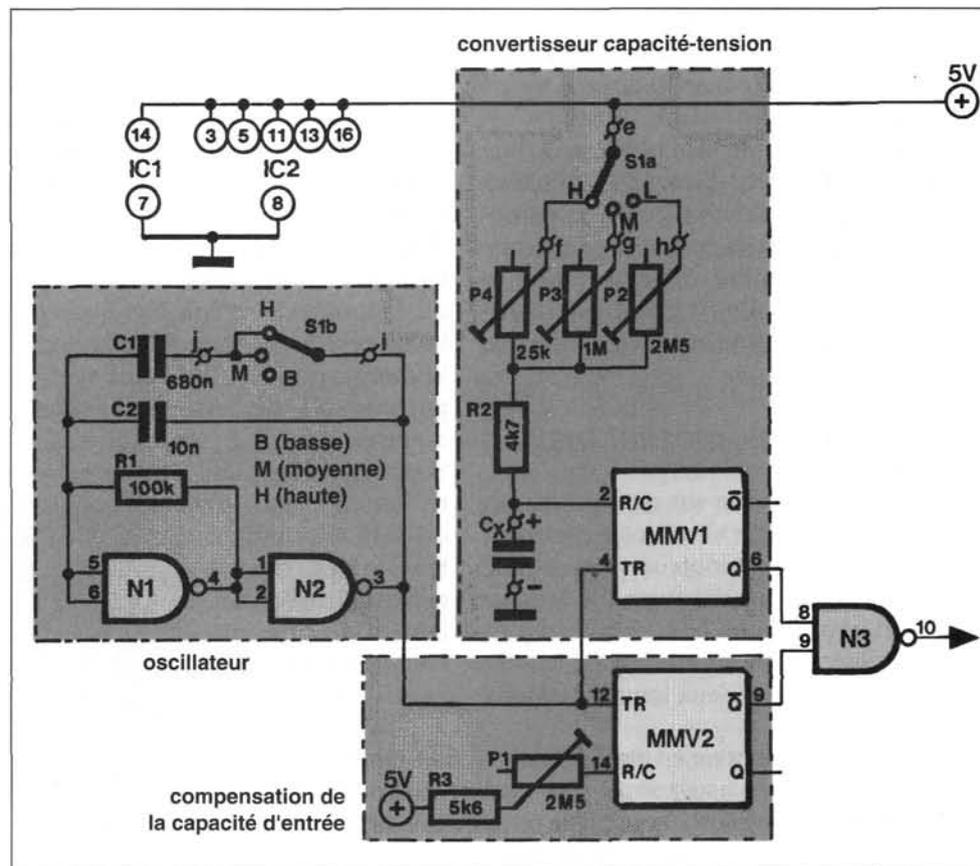
Le multimètre ou contrôleur universel est l'instrument de mesure essentiel de tout laboratoire, amateur ou professionnel, car il permet de mesurer toutes les grandeurs électriques et de vérifier presque tous les composants. Il y a cependant des limites à son universalité : par exemple, il permet de déterminer si un condensateur est bon ou défectueux, mais pas de mesurer exactement sa capacité. Un petit montage auxiliaire permet de réaliser une véritable mesure de la capacité.

Vus par un appareil de mesure, les condensateurs sont des composants étranges. Avec un ohmmètre, nous ne pouvons que constater si les armatures sont ou non en court-circuit. C'est seulement pour les « grosses » capacités, de quelques dizaines de microfarads, que l'ohmmètre peut rendre compte d'un processus de charge. Ces vérifications suffisent en général, car le défaut le plus fréquent est un court-circuit entre les plaques ; si ce n'est pas le cas, il existe un défaut mécanique visible à l'œil nu. Puisqu'un multimètre est parfaitement utilisable pour détecter des condensateurs qui n'en sont plus, pourquoi vouloir construire cet adaptateur qui détermine la valeur précise ? Ceux d'entre vous qui réalisent beaucoup de montages, ceux qui récupèrent des composants, connaissent la réponse : le marquage diffère d'un fabricant à l'autre, il ne résiste pas toujours au temps, si bien que vous pouvez vous trouver en présence de condensateurs inconnus, ou au marquage indéchiffrable. Comment interprétez-vous des inscriptions telles que 104 ou n33 ? Les techniciens vous diront avec condescendance que la première représente 100 nanofarads, la deuxième 330 picofarads. Pour l'amateur, il est souvent plus rapide de mesurer la valeur que de rechercher le code utilisé et la manière de l'interpréter. Un capacimètre est

indispensable pour cela, mais il n'est pas nécessaire de s'équiper d'un appareil spécial pour des usages épisodiques. Notre adaptateur vous rendra de grands services pour un prix modique, puisqu'il utilise comme afficheur le multimètre, analogique ou numérique, que vous possédez déjà. Les trois gammes de mesure permet-

tent de mesurer avec précision de 1 pF à 20 µF.

Le principe du module adaptateur repose sur la conversion d'une capacité en une tension continue, mesurable par n'importe quel voltmètre, à aiguille ou numérique. Le schéma de la figure 1 montre par quels détours on passe d'une capacité à une tension.



L'élément essentiel est le monostable MMV1 (dans IC2 = 4538), déclenché par les fronts montants de l'oscillateur N1/N2. Chaque déclenchement fait passer au niveau logique haut la sortie Q du multivibrateur. Cette sortie reste au niveau haut pendant un temps déterminé par la capacité de Cx et la valeur de la résistance en série (l'assemblage de R2 et de l'un des potentiomètres P2 à P4). Comme la fréquence des déclenchements est fixe, la sortie du monostable présente un signal dont le rapport haut/bas (on dit aussi *rapport cyclique*) est proportionnel à la capacité du condensateur inconnu. Si nous appliquons ce signal à un galvanomètre, l'aiguille va tenter de suivre les variations de tension mais, du fait de l'inertie, elle indiquera une valeur moyenne.

Un exemple chiffré sera plus clair. Supposons que la sortie du monostable est au niveau haut (5 V) pendant 20% de la période, et au niveau bas pendant 80% ; dans ce cas, le voltmètre indique 20% de 5 V, soit 1 V. Doublons la valeur du condensateur, la sortie restera à 5 V pendant 40% de la période, le voltmètre indiquera 2 V. Nous pouvons choisir la fréquence de l'oscillateur et régler les potentiomètres de telle façon que la tension mesurée soit, par exemple, de 1 V pour une capacité de 100 pF. Nous avons alors un capacimètre dont la

plage de mesure s'étend de 0 à 500 pF. La modification de la fréquence et de la valeur des résistances en série permet d'adapter l'appareil assez facilement à d'autres plages de mesure.

capacité parasite

Le schéma est un peu plus compliqué que le principe ne le laissait attendre. Le multivibrateur n'est pas plus parfait que les autres composants : il présente une capacité parasite d'environ 25 pF, qui s'ajoute à celle du condensateur à mesurer. C'est gênant surtout pour la plus petite gamme de mesure. Le deuxième monostable et la porte N3 permettent de contourner cet écueil. Comme vous pouvez le voir, le deuxième multivibrateur est déclenché par le même front montant que le premier. La durée de ses impulsions est déterminée par sa capacité d'entrée, sans condensateur extérieur, et par la résistance de P1/R3. Le signal utilisé est celui de la sortie Q, il est donc constitué d'impulsions négatives. Les impulsions négatives sont soustraites des impulsions du premier multivibrateur par la porte ET-NON N3. Le résultat est une suite d'impulsions raccourcies de la durée correspondant à la capacité parasite des multivibrateurs.

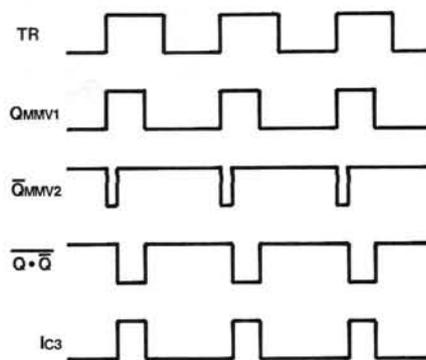


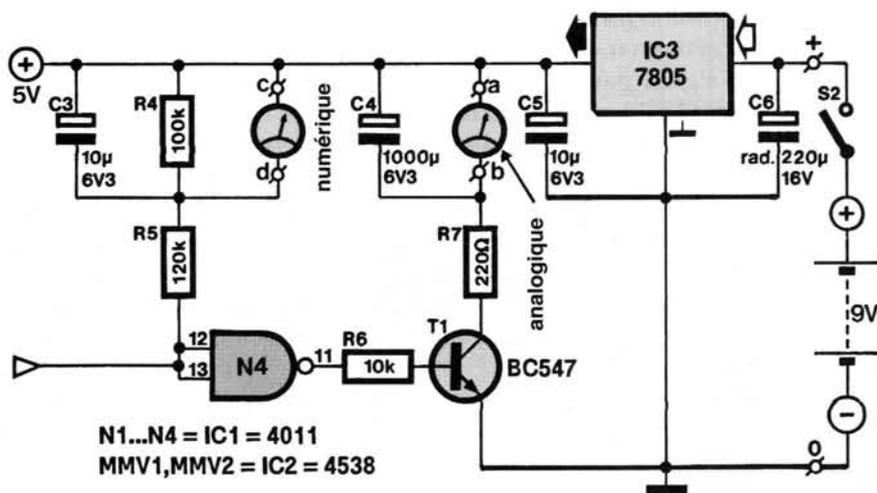
Figure 2 - Le diagramme des signaux du convertisseur capacité-tension. Quelle que soit la capacité parasite du circuit intégré et des cordons de mesure, elle est déduite de la valeur mesurée par un artifice logique.

Le principe de la compensation est exposé clairement par la figure 2. Rappelez-vous la table de vérité de la porte ET-NON. La ligne supérieure représente le signal de l'oscillateur qui déclenche les deux monostables. La deuxième ligne représente les impulsions du premier monostable. Leur durée correspond à la capacité du condensateur inconnu, augmentée de la capacité parasite du circuit intégré. La troisième ligne représente les impulsions négatives qui correspondent à la capacité parasite seule. Ces deux trains d'impulsions, appliqués aux entrées de la porte, donnent des impulsions négatives qui chargent le condensateur C3, « accroché » à la tension d'alimentation positive. Leur durée est égale à la différence entre celles des impulsions des deux monostables, elle correspond à la capacité du condensateur inconnu, débarrassée de la capacité parasite. Le courant qui traverse C3 est représenté par la dernière ligne : le condensateur intègre les impulsions négatives et sa tension prend la valeur moyenne du signal, négative par rapport à la tension d'alimentation.

les gammes de mesure

Nous n'avons exposé jusqu'à présent que le principe général de fonctionnement du convertisseur capacité-tension. Il reste à examiner les détails du schéma. Commençons par les portes N1 et N2. La réaction appliquée de la

Figure 1 - La mesure de la capacité passe par sa conversion en un signal rectangulaire dont le rapport « travail/pause » varie en fonction de la capacité. La valeur moyenne de la tension est mesurée par un voltmètre continu.



N1...N4 = IC1 = 4011
MMV1, MMV2 = IC2 = 4538

sortie à l'entrée par C2 transforme les deux portes en un oscillateur dont la fréquence est déterminée par la valeur du condensateur et celle de R1 (nous supposons que le commutateur est dans la position B). Supposons l'entrée de N2 à l'état bas. Comme sa sortie est à l'état haut, une tension de 5 V règne aux bornes du circuit C2/R1 en série. Le condensateur se charge à travers R1, la tension à ses bornes augmente, elle diminue aux bornes de R1, le total restant égal à 5 V. La charge de C2 continue jusqu'à ce que la tension sur R1 soit reconnue par l'entrée de N1 comme un niveau bas. À ce moment, la sortie de N1 bascule du niveau haut au niveau bas et fait basculer N2 à sa suite. La sortie (broche 3) de N2 présente maintenant un niveau bas, ce qui inverse la polarité de la tension aux bornes du circuit C2/R1. Le condensateur commence par se décharger, puis se charge à nouveau avec la polarité opposée, jusqu'à ce que l'entrée de N1 voie un niveau haut et fasse basculer l'ensemble. La durée de ce processus dépend de l'intensité (donc de la résistance de R1) et de la quantité d'électricité nécessaire pour charger le condensateur (donc de sa capacité). La commutation de S1b permet de connecter C1 en parallèle sur C2, ce qui augmente notablement la capacité totale. Cela signifie que la fréquence d'oscillation est divisée par un facteur 70, approximativement. Pourquoi ces deux fréquences différentes ? Il faut nous reporter aux caractéristiques du 4538. Comme nous l'avons vu, il produit un train d'impulsions dont la durée correspond à la capacité du condensateur à mesurer. La valeur moyenne de la tension doit être comprise entre 0 et 5 V ; comme nous voulons avoir une plage de mesure aussi étendue que possible, il nous faut créer plusieurs gammes de capacité. Les gammes de durée sont déterminées par les potentiomètres connectés en série avec R2. Si nous multiplions par 100 la capacité du condensateur et que nous divisons par 100 la résistance de R2/Px, la durée des impulsions sera la même. C'est là que les limites du 4538 se font sentir : il n'apprécie pas les résistances

de valeur inférieure à 5 kΩ. Si nous nous en tenons au principe théorique, il nous faut un potentiomètre de 2,5 MΩ pour la gamme 1 nF, de 25 kΩ pour la gamme 100nF, et de 250 Ω pour la gamme 10 μF. Comme cette valeur est nettement inférieure aux 5 kΩ, le circuit ne fonctionnera pas. En abaissant la fréquence de l'oscillateur, nous pouvons nous accommoder d'une durée d'impulsion plus longue : le rapport impulsion/pause reste le même puisque la période augmente. Nous pouvons donc augmenter la valeur des résistances. La durée maximale de l'impulsion est égale à la période de l'oscillateur (dans ce cas, la tension moyenne est de 5 V). Plus nous abaissons la fréquence, plus nous avons de temps pour charger le condensateur, et plus nous pouvons utiliser pour R2/Px une valeur élevée, ou donner à Cx une valeur importante.

la commande de l'afficheur

L'affichage de la valeur mesurée est confié à un multimètre, qui peut être analogique (à galvanomètre), ou numérique. L'adaptateur est conçu pour commander aussi bien l'un que l'autre type. Dans le cas du multimètre analogique, la faible impédance d'entrée fait que la porte N3 ne peut pas délivrer assez d'énergie. Elle est donc suivie par un étage tampon, constitué par la porte N4 et le transistor T1.

Vous avez remarqué sur le schéma que le multimètre est connecté entre le pôle positif de l'alimentation et la sortie de N3 ou celle de l'étage tampon. Cette disposition est nécessaire, comme nous l'avons vu, à cause de l'inversion du signal par N3. Nous aurions pu raccorder le multimètre à la masse si la porte N3 avait été du

type ET au lieu de ET-NON, mais il aurait fallu utiliser un circuit intégré de plus, puisque la construction d'un oscillateur nécessite au moins un inverseur. La seule conséquence de cette économie de moyens est que la tension lue est négative par rapport au pôle positif, au lieu d'être positive par rapport à la masse.

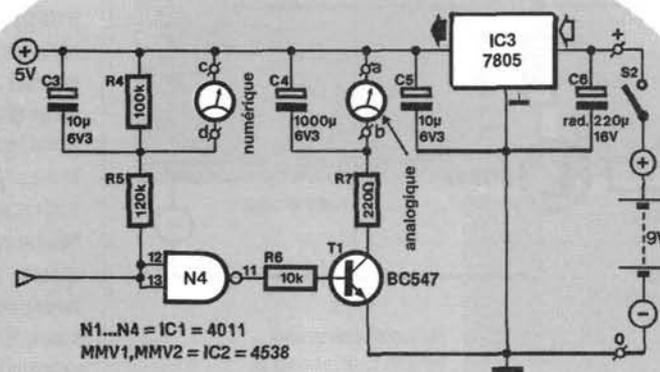
La fonction des condensateurs C3 et C4 n'est pas évidente et justifie une tentative d'explication. Nous avons supposé que le multimètre indique la valeur moyenne de la tension, ce qui n'est vrai que dans le cas où la fréquence du signal à mesurer est relativement élevée. Or elle est trop basse dans ce montage, l'aiguille, sans un dispositif adéquat, aurait tendance à osciller à la fréquence de 10 Hz dans les gammes haute et moyenne. Les condensateurs servent donc à lisser à sa valeur moyenne la tension du signal.

numérique ou analogique

L'impédance d'entrée des multimètres analogiques n'obéit à aucun standard, alors que celle des modèles numériques est le plus souvent de 10 MΩ. Nous avons donc utilisé deux principes différents pour transformer le tension de sortie en un signal utilisable par le multimètre de votre choix : une commande en courant pour le galvanomètre, une commande en tension pour le voltmètre numérique. Utilisé en ampèremètre, un galvanomètre présente une résistance négligeable devant R7. Nous ne nous soucions plus de la tension, mais nous choisissons la valeur de R7 de telle façon que l'indication du milliampèremètre corresponde à la tension.

La valeur de R7 est choisie pour que la mesure se fasse sur le calibre 10 mA. Les gammes de mesure sont alors de 10 pF à 1 nF, de 1 nF à 100 nF, enfin de 100 nF à 10 μF. Pour mesurer précisément les condensateurs de 1 pF à 10 pF, il suffit de passer au calibre 10 mA ; pour les valeurs supérieures à 10 μF, au calibre 100 mA, utilisé jusqu'à 20 mA.

Le multimètre numérique, lui, est commandé en tension. Les calibres habituels



N1...N4 = IC1 = 4011
MMV1, MMV2 = IC2 = 4538

Pour la 3^{ème} année,



vous donne
rendez-vous au Salon

EXPOTRONIC

du 6 au 8 Novembre 1992
au Cnit Paris La Défense

Bienvenue sur notre stand

SERVICE DES PLATINES

Les platines sont gravées, percées, étamées et sérigraphiées.

Platines d'expérimentation ELEX

Format 1 : 40 mm X 100 mm	_____	23,00 FF
Format 2 : 80 mm X 100 mm	_____	38,00 FF
Format 3 : 160 mm X 100 mm	_____	60,00 FF
EPS 83601	DIGILEX _____	88,00 FF

ELEX n° 5 novembre 1988

EPS 886087	Traceur de courbes de transistors	___ 47,60 FF
EPS 34207	Testeur de thyristors et de triacs	___ 28,60 FF

ELEX n° 7 janvier 1989

EPS 50389	Interphone à 2, 3 ou 4 postes	_____ 16,00 FF
-----------	-------------------------------	----------------

ELEX n° 17 décembre 1989

EPS 86799	Testeur d'amplis op	_____ 30,45 FF
EPS 886077	Mini-clavier	_____ 120,60 FF

ELEX n° 22 mai 1990

EPS 86765	Modules de mesure : l'afficheur	___ 43,00 FF
-----------	---------------------------------	--------------

ELEX n° 23 juin 1990

EPS 86766	Modules de mesure : l'atténuateur	___ 34,00 FF
-----------	-----------------------------------	--------------

ELEX n° 24 juillet 1990

EPS 86767	Modules de mesure : le redresseur	___ 55,60 FF
-----------	-----------------------------------	--------------

ELEX n° 25 septembre 1990

EPS 86768	Modules de mesure : A et O-mètre	___ 47,00 FF
-----------	----------------------------------	--------------

ELEX n° 26 octobre 1990

EPS 886126	Modules de mesure : spécial auto	___ 49,00 FF
------------	----------------------------------	--------------

ELEX n° 28 décembre 1990

EPS 87636	Commande de train électrique	_____ 51,00 FF
-----------	------------------------------	----------------

ELEX n° 30 février 91

EPS 87653	Bandit manchot	_____ 71,20 FF
-----------	----------------	----------------

ELEX n° 31 mars 1991

EPS 87022	Vumètre stéréo universel	_____ 20,85 FF
-----------	--------------------------	----------------

ELEX n° 36 septembre 1991

EPS 886034	Récepteur DC	_____ 83,00 FF
EPS 886071	Dipmètre	_____ 46,00 FF

ELEX n° 37 octobre 1991

EPS 87640	Transmission BF dans l'infrarouge	___ 52,55 FF
-----------	-----------------------------------	--------------

ELEX n° 44 Mai 1992

EPS 916073-1	API préampli	_____ 72,00 FF
EPS 916073-2	API ampli de puissance	_____ 55,00 FF

disponibles auprès des revendeurs agréés ou s'adresser directement à :

PUBLITRONIC - BP 60 - 59850 NIEPPE

Hé oui !!! encore moins cher !!! MEMO FORMULAIRE

En 8 chapitres, allant de la biologie à la vie pratique en passant, dans l'ordre alphabétique, par la chimie, l'électricité-électronique, les mathématiques, la physique, la technologie et les unités, cet ouvrage constitue une mine inépuisable de renseignements.

Bien que plus spécialement destiné aux élèves des lycées et aux étudiants, ce formulaire, d'une conception inédite et originale, intéressera cependant sans aucun doute de nombreux lecteurs d'Elex, auxquels il servira bien souvent de référence.

Vous êtes-vous jamais demandé quelle était bien... cette "maudite" formule de développement, l'aire d'un secteur sphérique, la signification des différents facteurs d'une transformée de

Laplace et bien d'autres choses tout aussi intrigantes... ? Si la réponse à cette question est affirmative, voici le livre qu'il vous faut.

Il regroupe pas moins de 2 000 formules, 400 figures et schémas, 100 tableaux dont 14 inédits de l'auteur, donne toutes les unités de mesure et comporte un index de 1 200 entrées.

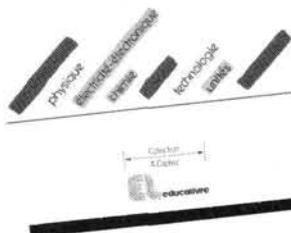
En résumé, une véritable banque de données organisées par discipline et classées par ordre de difficulté croissante, un ouvrage indispensable pendant tout le cycle d'études... et bien après. Une référence solide...

Et tout cela pour 62 FF seulement!!!

Disponible chez PUBLITRONIC
et chez ses revendeurs

**MÉMO
FORMULAIRE**

Y. Déplanche



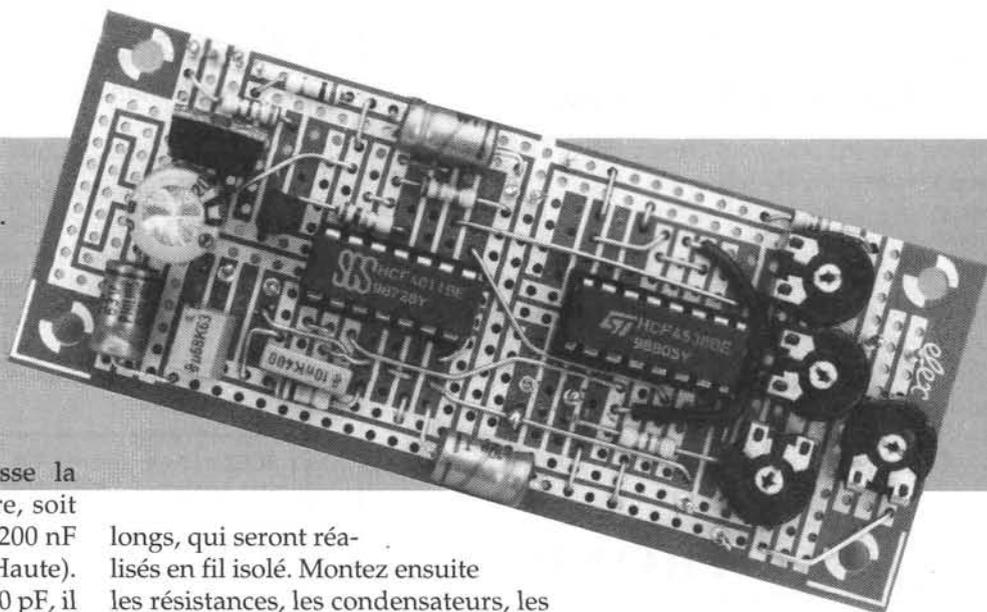
sont de 200 mV, 2 V, 20 V etc. Le diviseur de tension R4/R5 limite la tension moyenne à un peu plus de 2 V (la tension maximale est de 5 V). En réglant le multimètre sur le calibre 2 V, on obtient une indication de dépassement si le condensateur inconnu dépasse la limite de la gamme de mesure, soit 10 pF à 2 nF (Basse), 1 nF à 200 nF (Moyenne) et 100 nF à 20 µF (Haute). Pour les valeurs inférieures à 10 pF, il faut régler le multimètre sur 200 mV. Si votre multimètre commute automatiquement, vous n'avez à vous soucier que de la gamme de l'adaptateur et de la position de la virgule à l'affichage. Les exemples de mesures du tableau 1 vous faciliteront la prise en main de votre nouvel appareil.

l'alimentation

L'oscillateur N1/N2 présente un certain nombre d'avantages, mais aussi un inconvénient : sa fréquence dépend fortement de la tension d'alimentation, car c'est elle qui détermine la hauteur des seuils de commutation des portes. C'est aussi de la tension d'alimentation que dépend l'amplitude des impulsions de tension fournies par la porte N3. Ni les piles ni les adaptateurs secteur ne sont en mesure de fournir une tension suffisamment stable pour alimenter notre montage ; il faut donc en passer par un régulateur, ce sera IC3 du schéma de la figure 1. Il s'agit d'un classique, le 7805. Le 78L05 n'est pas recommandé, bien que la consommation du montage ne soit que de 20 à 30 milliampères (seulement quand vous mesurez un condensateur et que le multimètre est de type analogique). Les modèles de faible puissance de la série L réagissent plutôt mal à de fortes variations de la charge.

la construction

La platine d'expérimentation est assez peuplée, surtout en ponts. Commencez par mettre en place les plus courts. Gardez pour la suite les plus



longs, qui seront réalisés en fil isolé. Montez ensuite les résistances, les condensateurs, les potentiomètres, enfin les semi-conducteurs. Revenez aux ponts en fil isolé, et gardez pour la fin le brave gros condensateur C4, que vous soudez du côté des pistes de la platine, entre les bornes de connexion du multimètre. Tous les composants installés, votre montage vérifié, vous pouvez raccorder le coupleur de pile, et, au choix, des douilles ou des fils munis de fiches pour la connexion au multimètre et au condensateur à mesurer. Il ne reste qu'à loger l'adaptateur dans un coffret, HEILAND par exemple.

C'est le coffret HEILAND qui a été choisi pour le circuit imprimé de la figure 4. Le commutateur à glissière, pour être accessible une fois le coffret fermé, doit être « rallongé » par un morceau de tube de laiton de 5 mm de diamètre intérieur, enfoncé légèrement à force et immobilisé par une goutte de colle quelconque. L'interrupteur marche-arrêt est un modèle à levier qui sert en même temps à fixer la platine à la paroi supérieure du coffret.

les réglages

Avant de mettre l'adaptateur en service, il faut étalonner les trois gammes de mesure. Il vous faudra pour cela trois condensateurs, de 1 nF, de 100 nF et de 10 µF, de tolérance aussi faible que possible. Pour les deux premiers, le problème est vite résolu : il existe des condensateurs au styroflex à tolérance de 2,5% ou de 1%. Malheureusement, il n'en existe pas dans la gamme des microfarads ni des dizaines de microfarads. Nous

devrons donc nous rabattre sur des modèles MKT, dont la tolérance est de 5%, mais qui ne se trouvent couramment que jusqu'à 2,2 µF. Les modèles de plus forte capacité existent mais ils sont hors de prix. Si vous pouvez disposer quelque temps d'un capacimètre précis, il suffira de mesurer la capacité exacte d'un condensateur de 10 µF quelconque et de vous en servir comme référence pour l'étalonnage.

Il faut commencer le réglage par la gamme la plus basse. C'est nécessaire surtout si vous avez choisi le montage à circuit imprimé. En effet, le commutateur à glissière S1 ne permet pas de se conformer exactement au schéma électrique : le potentiomètre P2 de 2,5 MΩ est toujours connecté et se trouve en parallèle avec P3 ou P4. Il faut donc changer la valeur de P3, et utiliser là aussi un potentiomètre de 2,5 MΩ. La présence de P2 en parallèle avec P4 n'a pas d'influence notable sur sa valeur ni sur l'étalonnage de la gamme haute.

Connectez le condensateur étalon et le multimètre analogique (calibre 10 mA) ou numérique (calibre 2 V) à la sortie *ad hoc*. Placez le commutateur S1 sur la position B comme gamme basse et réglez P2 pour obtenir une indication de 10 mA ou de 1 V suivant le type de multimètre. Déconnectez le condensateur étalon, passez à un calibre plus sensible (1 mA ou 200 mV) et réglez P1 pour obtenir une indication de 0,01 mA ou de 1 mV. Le potentiomètre de compensation est maintenant réglé et ne demandera plus de retouche. Reconnectez le

liste des composants

R1,R4 = 100 k Ω
 R2 = 4,7 k Ω
 R3 = 5,6 k Ω
 R5 = 120 k Ω
 R6 = 10 k Ω
 R7 = 220 Ω (voir texte)
 P1,P2 = 2,5 M Ω
 P3 = 1 M Ω (voir texte)
 P4 = 25 k Ω

C1 = 680 nF
 C2 = 10 nF
 C3,C5 = 10 μ F/16 V axial
 C4 = 1000 μ F/16 V axial
 C6 = 220 μ F/16 V axial

T1 = BC547
 IC1 = 4011 quadruple ET-NON
 IC2 = 4538 double monostable
 IC3 = 7805 régulateur de tension

S1 = com. 2 circ. 3 pos.
 S2 = interr. marche-arrêt
 pile 9 V + coupleur
 platine d'expérimentation
 de format 1
 ou circuit imprimé

Tableau 1

Cap.	G	Num.	An.
2,2 pF	B	2,2 mV	0,022 mA
12 pF	B	12 mV	0,12 mA
100 pF	B	100 mV	1 mA
220 pF	B	220 mV	2,2 mA
1 nF	B	1 V	10 mA
3,3 nF	M	33 mV	0,33 mA
27 nF	M	270 mV	2,7 mA
100 nF	M	1 V	10 mA
150 nF	H	15 mV	0,15 mA
3,3 μ F	H	0,33 V	3,3 mA
20 μ F	H	2 V	20 mA

(calibre 100 mA)

condensateur étalon et fignez le réglage de P2.

Vous pouvez passer à la gamme moyenne avec le condensateur de 100 nF. La procédure est la même, avec S1 en position M et le réglage par P3. Attention pour la gamme haute : l'indication ne doit pas être 10 mA ni 1 V, mais 2,2 mA ou 220 mV si votre condensateur étalon est de 2,2 μ F.

Nous avons supposé pour l'étalonnage que vous ne connecterez qu'un seul multimètre. Si vous comptez utiliser l'adaptateur alternativement avec un voltmètre numérique et un galvanomètre, vous risquez de constater des différences entre les deux affichages. Elles tiennent aux tolérances de R7 et du diviseur de tension R4/R5. Vous pouvez supprimer ces différences en remplaçant R7 par un potentiomètre de 500 Ω . Commencez l'étalonnage avec le voltmètre numérique, puis réglez P5 pour faire concorder les affichages.

Si vous n'utilisez qu'un voltmètre numérique, vous ferez l'économie de R6, R7, T1 et C4. Si vous n'utilisez qu'un galvanomètre, vous ne monterez pas R4, ni R5, ni C3.

Pour la mesure des condensateurs électro-chimiques ou au tantale, il faut respecter la polarité : le pôle positif à l'entrée R/C, le pôle négatif à la masse.

886121

Figure 3 - L'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 1. Attention aux ponts en fil, il sont presque aussi nombreux que les composants.

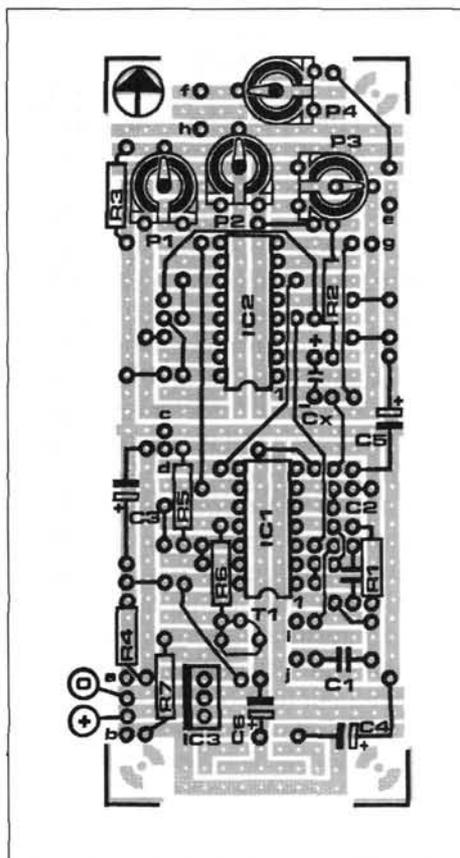
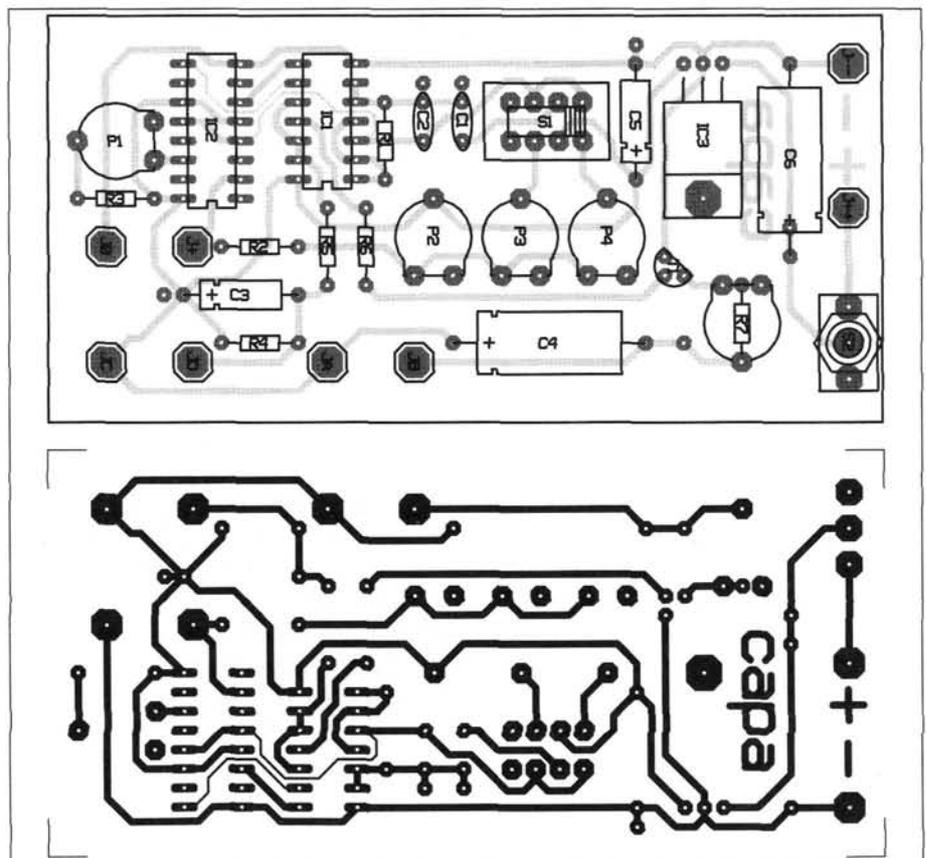
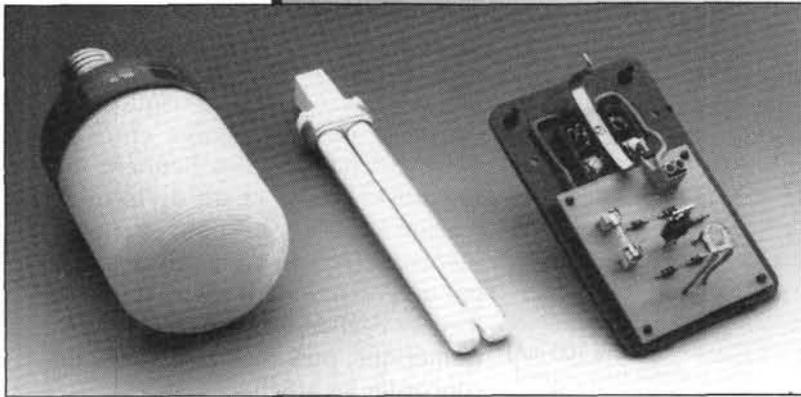


Figure 4 - L'implantation des composants sur cette platine à circuit imprimé n'est pas dessinée dans le style ELEX : il s'agit d'un dessin « brut de LAYO ». L'emplacement de R7 est encadré de pastilles supplémentaires destinées au potentiomètre qui la remplacera éventuellement. Les pastilles des picots sont de diamètre assez grand pour permettre l'installation de douilles banane de 2 mm qui viendront affleurer sous la paroi supérieure du coffret HE222.



interrupteur



pour
lampes
SL

crépusculaire

Des lecteurs nous demandent pourquoi nous n'avons pas encore proposé de circuit de mise en service automatique de lampes fluorescentes à la tombée de la nuit. Les montages proposés jusqu'ici traitaient le problème pour des lampes à incandescence, alors que pour des raisons d'économie, le plus souvent ce sont des lampes à décharge qui montent la garde la nuit durant.

Excellente question, en vérité. Si nous n'avons proportionnellement proposé que peu de circuits de commande de tubes ou de lampes fluorescentes, cela tient au fait que ce sont des charges dites complexes, comme nous l'avons vu ailleurs dans ce même numéro. Contrairement à une lampe à incandescence, charge purement résistive, le dispositif d'amorçage et de limitation de courant (le ballast) d'une lampe à décharge provoque un déphasage entre tension et courant. Ce dispositif n'est rien d'autre qu'une self de choc, qui comme n'importe quelle bobine, s'oppose aux variations du courant : le courant s'établit donc en retard sur la tension. Lorsqu'il s'annule, l'amplitude de la tension est maximale et lorsque la tension s'annule, c'est le courant qui est maximal. Que ce déphasage puisse poser des problèmes à un circuit de commande se laisse aisément deviner. Les problèmes sont cependant faits pour être résolus et nous nous sommes mis en quatre pour trouver une réponse à celui-ci. Nous avons donc conçu un montage qui, avec un minimum

d'électronique, permet à une lampe, qu'elle soit à décharge ou à incandescence, de s'allumer à la tombée de la nuit et de s'éteindre à l'aube. Ce circuit est donc tout à fait indiqué pour commander un éclairage extérieur comprenant des lampes SL.

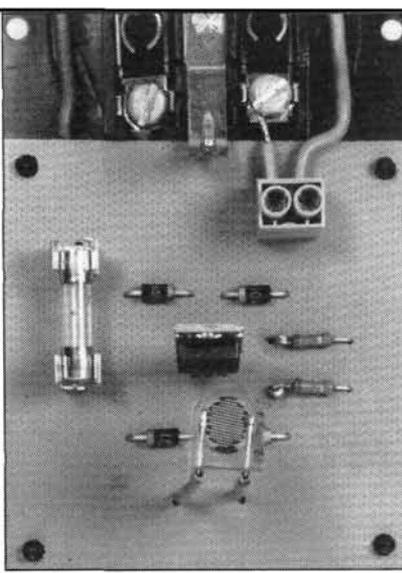
neuf composants

Le présent montage, comme vous pouvez le constater sur la **figure 1**, ne comporte pas plus de neuf composants. Son fonctionnement est très simple : on câble, en série avec la lampe, un pont redresseur constitué de quatre diodes, D1 à D4. La tension redressée, positive mais constamment variable (on parle de tension pulsée), disponible sur les cathodes de D1 et D2, alimente directement un pont diviseur de tension constitué par les résistances R1 à R3, en parallèle avec un thyristor de type TIC106D. La résistance R3 n'est pas une résistance ordinaire mais une photorésistance (LDR). Comme vous le savez, un composant de cette sorte ne s'oppose pas de la même manière au passage du courant s'il est dans l'obscurité ou à la lumière. S'il est convenablement éclairé, sa résistance est considérablement plus faible que s'il est dans l'obscurité. La tension à ses bornes dépend donc de la quantité de lumière qu'il reçoit. Comme cette tension est celle qui règne sur la gâchette du thyristor Th1, s'il fait grand jour par exemple, elle est trop petite pour que le thyristor conduise. En conséquen-

ce, l'intensité du courant qui traverse le circuit est insignifiante et la lampe reste éteinte : tout se passe comme si l'interrupteur était ouvert. Il en est ainsi jusqu'au crépuscule. À ce moment-là, la résistance de R3 augmente avec la tension à ses bornes qui devient suffisante pour amorcer le thyristor : cet "interrupteur" se ferme et le courant circule, alimentant la lampe. La lampe éclaire ainsi jusqu'au lever du jour.

Qu'en est-il maintenant du déphasage dont nous parlions plus haut ? Son influence néfaste ne se manifesterait-elle plus sur le fonctionnement du circuit de commande ? C'est effectivement le cas, tout simplement parce que le circuit est monté en série avec la lampe. La tension aux bornes de la photorésistance est en effet, relativement, en phase avec le courant qui traverse le thyristor. Il suffit d'appliquer la loi d'Ohm pour le comprendre simplement. Une résistance parcourue par un courant donne lieu à une chute de tension à ses bornes. Ceci est valable aussi pour une photorésistance de telle sorte que lorsque le courant qui la traverse augmente, la tension à ses bornes augmente simultanément. Comme le thyristor est câblé en parallèle avec R3, on peut poser que le courant qui le parcourt est en phase avec la tension aux bornes de la résistance. Il va de soi que, dans l'absolu, le déphasage subsiste. Cette approche nous permet cependant de contourner les problèmes auxquels il donne lieu.

Au début de cet article nous avons dit que l'interrupteur crépusculaire pouvait aussi commander une lampe à incandescence (100 W maximum). C'est théoriquement possible sans adaptation. Pratiquement, une lampe à incandescence ne présente pas l'hystérésis (retard) qu'introduit le ballast d'une lampe à décharge. Il peut donc se produire, si la photorésistance n'est pas suffisamment isolée, qu'elle soit influencée par l'éclairage de la lampe, avec le clignotement qui doit en résulter (autre application possible du circuit). Un simple condensateur (en pointillé sur le schéma), par le retard qu'il introduit, permet d'éviter que la lampe ne s'éteigne chaque fois que la LDR subit un éclairissement passager, comme celui des phares d'une voiture par exemple.



construction et réglage

Il peut sembler que le dessin de circuit imprimé proposé occupe une surface relative très grande (figure 2), compte tenu de la taille et du nombre des composants utilisés. La raison de cette étendue tient évidemment à la sécurité. Comme le montage est directement relié au secteur, le circuit imprimé doit remplir certaines conditions. Il en va de même pour le boîtier que vous éviterez de fabriquer vous-même. Le modèle que nous proposons en illustration est tout à fait adapté à ce genre de circuit pour lequel il offre un maximum de garantie (voir la liste des composants). La prise secteur et l'embase dont il est pourvu permettent un branchement sans problème de l'interrupteur crépusculaire qui respecte ainsi toutes les normes de sécurité.

Il nous faut maintenant considérer l'emplacement de la photorésistance qui doit évidemment être accessible à la lumière. Il est possible de la placer dans le boîtier, en face du trou que l'on aura pris la précaution d'y percer. Le trou sera éventuellement bouché de l'intérieur par un matériau transparent tel que du plexiglas. Une fois le montage terminé, il ne reste plus qu'à lui trouver une prise murale

Figure 1 - Cet interrupteur crépusculaire se "ferme" à la tombée du jour, lorsque la photorésistance R3 n'est plus éclairée (la tension augmente assez à ses bornes pour amorcer le thyristor), et "s'ouvre" au lever du jour provoquant l'extinction de la lampe.

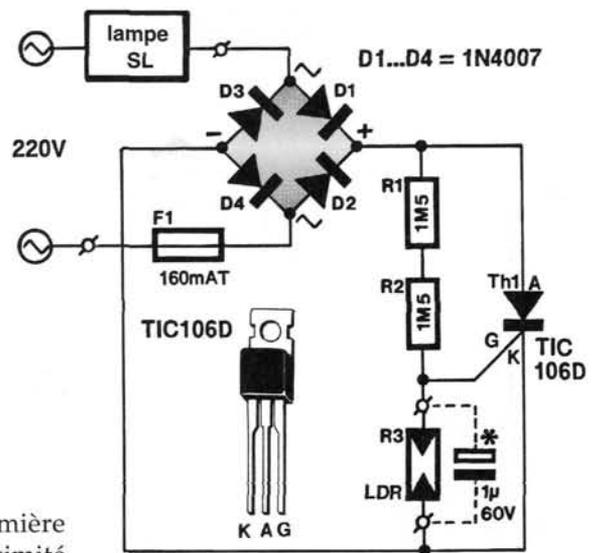
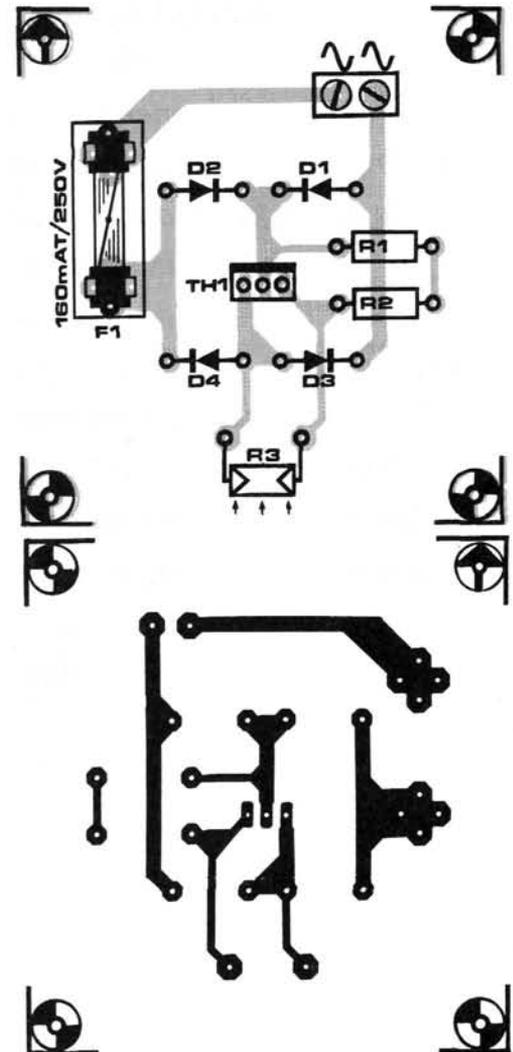


Figure 2 - La surface du circuit imprimé peut paraître très grande, compte tenu du peu de composants qui l'occupent. Il satisfait ainsi à un certain nombre de règles de sécurité auxquelles oblige l'é étroitesse des relations qu'il entretient avec le secteur.



liste des composants

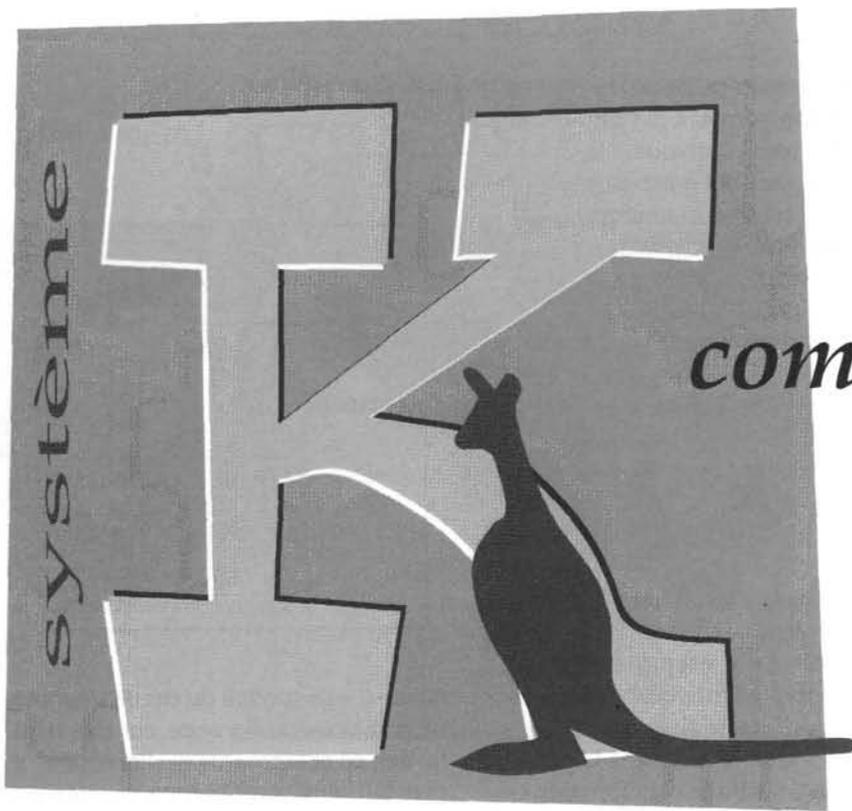
R1, R2 = 1,5 MΩ
R3 = photorésistance

Th1 = TIC106D
D1 à D4 = 1N4007

C = 1 µF/60 V*
F1 = fusible 5x20 160 mA/250 V, retardé

Porte fusible pour circuit imprimé
Bornier deux contacts
Boîtier type micro N12





combinaisons

Les platines du système K commencent à se faire assez nombreuses. Les expérimentateurs ingénieux ne se contenteront pas de les faire fonctionner individuellement : ce sont les pièces d'un jeu de construction, faites pour être utilisées ensemble.

Nous vous présentons ici quelques exemples de synergie multi-modulaire appliquée à la résolution des problèmes par la dynamique de groupe.

étage par étage

L'ingénieur expérimenté cherche, lors de la conception d'un circuit, à maintenir aussi faible que possible le prix de revient des composants. Ce souci conduit, par exemple, à donner deux fonctions à une même étage. Un transistor peut servir à la fois d'amplificateur et d'inverseur, un amplificateur opérationnel peut être à la fois amplificateur et sommateur, ou encore un haut-parleur peut avoir dans le même circuit sa fonction normale et celle de microphone... Il devient difficile pour un œil peu exercé de lire le schéma, de reconnaître le rôle de chaque composant, et de voir comment fonctionne

l'ensemble. Ce genre de schéma est à déconseiller au débutant et à l'amateur, c'est pourquoi nous préférons des montages « à plat », constitués d'une suite d'étages bien distincts. Un nombre limité de fonctions permet de réaliser à peu près n'importe quelle fonction complexe.

Si vous feuillotez les différents numéros d'ELEX, vous constatez que tous les systèmes d'alarme, par exemple, utilisent le même principe : un signal se propage de l'entrée à la sortie en ligne droite, sans dérivation ni rétro-action.

Les étages peuvent être ceux-ci :

- Étage d'entrée (capteur de chaleur, pression, lumière ou son)
- Traitement du signal d'entrée (comparateur, bascule RS, bascule astable)
- Étage de sortie (émission du signal d'alarme sonore ou lumineux : LED, vibreur piézo, haut-parleur, commande de relais).

L'assemblage de ces différents étages est visible sur la **figure 1**. Nous avons, pour les deuxième et troisième étages, des platines à relais, à bascule astable et bistable, amplificateur, etc. Il suffit d'une platine d'entrée pour que les

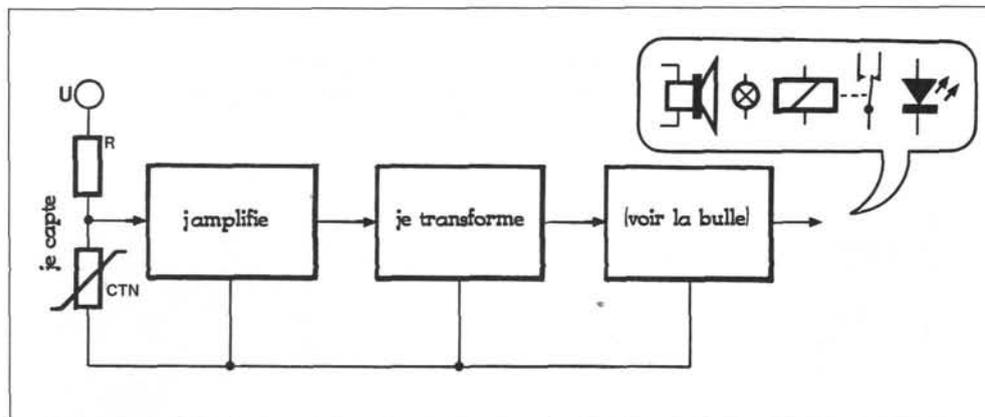


Figure 1 - Un schéma est parlant s'il est divisé en plusieurs étages. Beaucoup de circuits décrits dans ELEX (et ailleurs) se ramènent à quatre fonctions, remplies chacune par un groupe de composants. C'est l'étage d'entrée qui établit le lien entre le circuit et le monde extérieur. Nous n'avons pas encore présenté d'exemple d'étage d'entrée dans le système K. Ce sera fait avec les capteurs de température et de lumière qui permettront d'utiliser les platines existantes pour des applications pratiques.

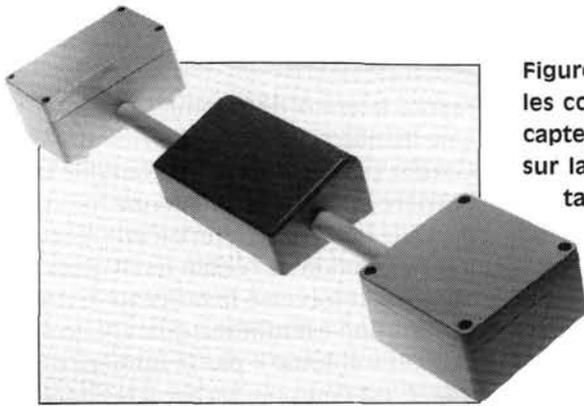


Figure 2 - Pour économiser la place et les composants, nous monterons les capteurs de température et de lumière sur la même platine, celle des résistances. Le montage et le dessin du circuit imprimé sont assez simples pour se passer de plan d'implantation.

platines existantes soient utilisables dans des applications pratiques intéressantes comme des barrières lumineuses ou des thermostats. Cette platine d'entrée peut être réalisée très simplement grâce à la platine à résistances d'ELEX n°40 de janvier 1992. Il suffit de remplacer une résistance par un capteur de température, de son ou de lumière.

chaud et lumière

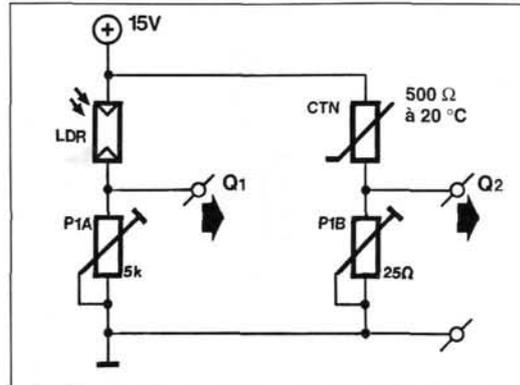
La température et la lumière sont les deux grandeurs physiques qui se convertissent le plus facilement en grandeurs électriques. Nos expériences feront appel à une photo-résistance (LDR pour *Light Dependent Resistor*) et à une thermistance à coefficient de température négatif (CTN). La **figure 2** montre les symboles correspondants et les composants auxiliaires nécessaires.

La résistance d'une LDR diminue quand la lumière frappe à travers une fenêtre en plastique transparent ses pistes en zigzag ; elle diminue d'autant plus que l'éclairement est plus intense. Une thermistance à coefficient de température négatif (CTN) se comporte de la même manière quand sa température augmente. Une deuxième résistance, fixe, montée en série avec le capteur choisi, forme un diviseur de tension. La tension relevée au point nodal de ce diviseur (Q1 ou Q2) est une mesure de la température ou de l'éclairement, suivant le capteur. La variation de la résistance montée en série (par un potentiomètre) permet de fixer la plage de variation de la tension de telle façon qu'un transistor devienne conducteur (ou se bloque) dès qu'un seuil critique de lumière ou de température est atteint. Une tension minimale de 0,6 V sur la base est nécessaire pour que le transistor laisse passer un courant de son collecteur vers son émetteur (voir le

transistor en commutation dans ELEX n°44 page 37). L'association de la platine à diviseur de tension et de la platine à relais permet de commander celui-ci par un rayon lumineux ou une variation de température. Équipez une platine à résistances selon le schéma de la figure 2 et les premières expériences peuvent commencer.

barrière lumineuse

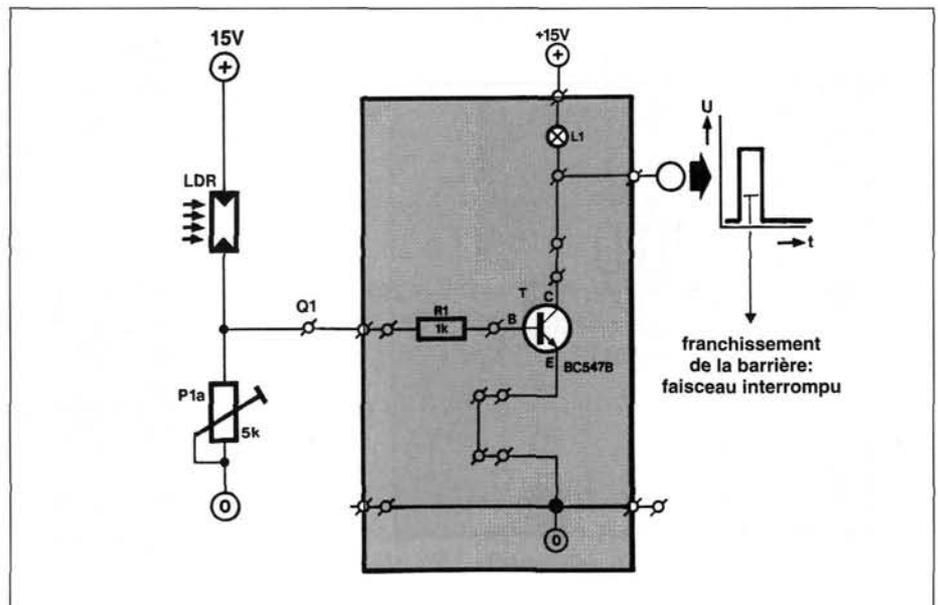
La barrière lumineuse utilise la platine « transistor plus lampe » du n°44 ; son entrée est reliée à la sortie de la platine du capteur comme le montre la **figure 3**. La source de courant est la partie positive de l'alimentation double de 15 V (ELEX n°37 d'octobre 1991). Pour le réglage de la barrière lumineuse, il faut un peu de doigté et une pièce obscure : en plus de la tension minimale de 0,6 V, il faut un certain courant pour alimenter la base du transistor. La plage de variation de la résistance de la LDR s'étend, entre la pleine



- liste des composants**
- P1a = potentiomètre miniature 5 kΩ
 - P1a = potentiomètre miniature 25 Ω
 - 1 LDR
 - 1 CTN (500 Ω à 20°C)
 - platine à résistances système K

lumière et l'obscurité complète, de 1 kilohm à plusieurs mégohms. Le transistor a un gain de 250 environ ; pour qu'un courant de 50 mA traverse la charge, il suffit donc d'un courant de base de 0,2 mA, obtenu pour une résistance de 40 kΩ de la photorésistance. Cette valeur donne une tension supérieure à 0,6 V si le potentiomètre de 5 kΩ est en position médiane (2,5 kΩ). Autre exemple de calcul pour le choix de la valeur de P1a : la résistance de la LDR est supérieure à 100 kΩ dans l'obscurité. La chute de tension sur P1a

Figure 3 - Le transistor et la lampe se chargent de l'amplification. Comme le transistor se comporte en même temps en interrupteur, la lampe ne peut être qu'allumée ou éteinte. La tension présente entre le collecteur et la masse peut être utilisée comme un signal logique pour commander un ou plusieurs autres étages.



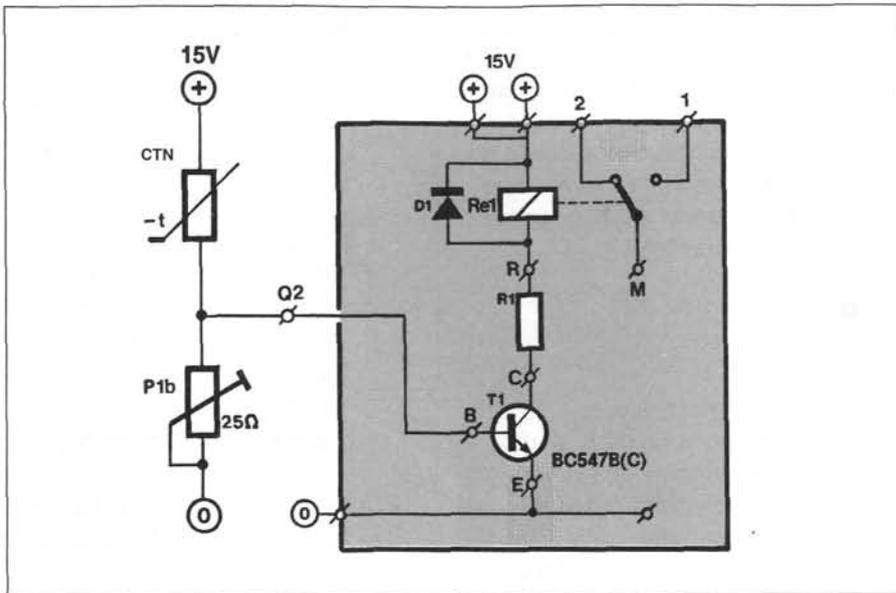


Figure 4 - Un circuit thermostatique complet. Si la température augmente trop, un contact de relais se ferme (ou s'ouvre, suivant le contact choisi). Ce contact peut commander un radiateur électrique, par exemple.

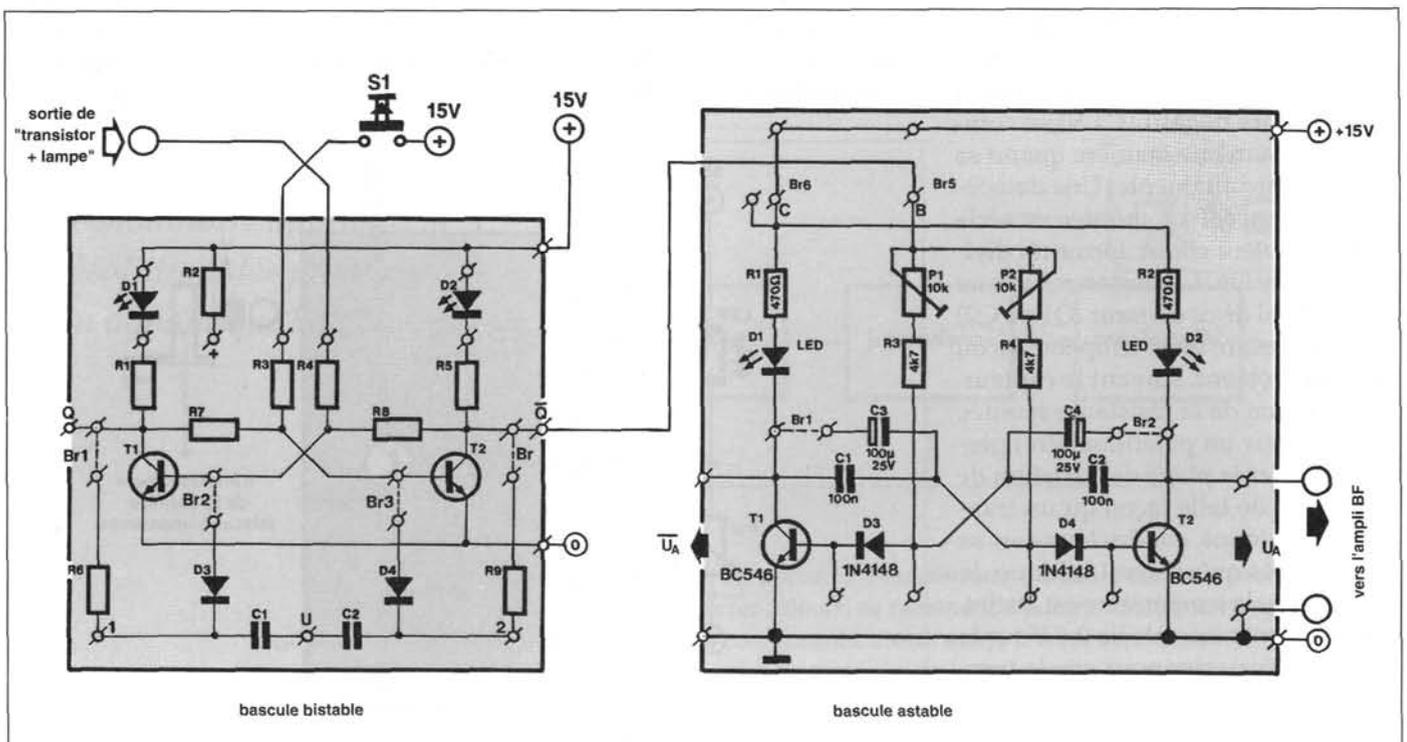
(2,5 kΩ) est alors environ le quarantième de la tension d'alimentation, soit 0,3 V, nettement en dessous du seuil de 0,6 V. La résistance de la LDR tombe en-dessous de 5 kΩ quand elle est éclairée, donc la tension au point Q1 passe au tiers de la tension d'alimentation ($2,5 = (R_{POT} + R_{LDR})/3$), soit 5 V. Comme le seuil de la jonction base-émetteur du transistor est de 0,6 V, c'est à cette valeur que se limitera la tension au point Q, le courant à travers la LDR s'établissant en conséquence. La pièce obscure est nécessaire pour éviter que la lumière du jour perturbe

la mesure. Le réglage se fait avec une lampe de poche placée à quelques centimètres de la LDR. Si le montage ne réagit pas au rayon lumineux, vérifiez la tension sur la base du transistor : elle doit varier au-dessus et en dessous du seuil de 0,6 V suivant que la LDR est éclairée ou non. Vous pouvez essayer d'éloigner la source de lumière, en retouchant au fur et à mesure le réglage du potentiomètre pour obtenir la sensibilité maximale. Pour obtenir la meilleure efficacité du montage, il faut monter la photo-résistance dans un tube en carton qui arrêtera les

rayons latéraux de la lumière du jour. Une lentille peut rendre service aussi. Gardez présent à l'esprit le fait que la barrière lumineuse fonctionne moins bien à la lumière du jour, car elle réagit à la diminution de l'éclairement quand quelqu'un traverse le faisceau. Cette diminution est minime quand la cellule est « éblouie » par la lumière du jour. C'est pourquoi les barrières lumineuses de fabrication industrielle utilisent un principe différent : la lumière est modulée et un filtre (électronique) incorporé au « récepteur » ne laisse passer que les variations correspondant à la fréquence d'émission. De plus, la lumière utilisée est de l'infrarouge et la lumière du jour est rejetée par un filtre optique. L'étude de ces perfectionnements nous emmènerait trop loin du domaine de l'expérimentation auquel nous voulons nous limiter.

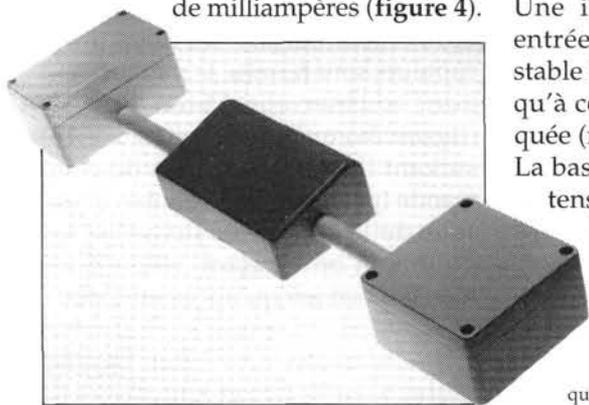
thermostat

Notre deuxième exemple traite de la commande d'un relais par la chaleur, plus précisément par l'élévation de température. Ce montage permet de réaliser un thermostat domestique ou une alarme d'incendie. Le capteur de température, constitué par une thermistance et un potentiomètre, ressemble fort à notre barrière lumineuse : il comporte aussi une résistance variable en fonction d'un phénomène extérieur, en série avec un



un relais, et puis ?

potentiomètre (figure 2). La tension aux bornes du potentiomètre augmente quand la résistance du capteur diminue. Les valeurs sont choisies de telle façon que la tension soit juste en dessous du seuil de 0,6 V à la température ambiante. Pour cela il faut que P1b ait une valeur de 15 Ω environ (vers le milieu d'un potentiomètre de 25 Ω). La valeur de la thermistance diminue de 6% par degré Celsius. Cette réponse rapide permet de construire une alarme d'incendie qui réagit à une élévation de température de 5 à 6°C. Dans notre exemple, nous utilisons une résistance CTN de 500 Ω à 20°C. Si P1b est réglé à 15 Ω, la tension de la base est de 0,44 V. Une élévation de température de 5° provoque une diminution de 30% de la résistance, ce qui donne une tension de 0,62 V sur la base. L'augmentation de la valeur de P1b permet d'augmenter encore cet intervalle, jusqu'à ce que le seuil de commutation se trouve exactement au milieu. Le gain du transistor est indifférent car la faible valeur de la thermistance laisse circuler vers la base un courant de plusieurs dizaines de milliampères (figure 4).



L'appareil commandé par le relais dépend de l'utilisation pratique envisagée. S'il ne s'agit que d'expériences, un dispositif « son ou lumière » est suffisant. Il peut s'agir d'un sirène, d'une sonnette ou d'un générateur d'éclairs. Si vous utilisez des lampes alimentées par le secteur, veillez à ne pas dépasser les limites de tension et de courant du contact du relais. Un radiateur électrique de 2000 W* pompe une dizaine d'ampères, ce qui n'est pas à la portée du premier relais miniature venu. La commande du relais change aussi suivant la nature du montage. Dans le cas du thermostat, le relais reste excité aussi longtemps que la thermistance est chaude. Le radiateur reste coupé jusqu'à ce que la température ait diminué, ou le gyrophare alimenté jusqu'à l'arrivée des pompiers. Il en va autrement pour la barrière lumineuse : le passage d'une personne ou d'un objet dans le faisceau qui illumine la LDR est très bref, peut-être trop bref pour que le signal soit perceptible. La solution est à portée de main : la platine à bascule bistable du n°47, montée comme sur la figure 5. Une impulsion brève à l'une des entrées donne un état logique haut stable à la sortie. Cet état persiste jusqu'à ce qu'une impulsion soit appliquée (manuellement) à l'autre entrée. La bascule réagit à la remontée de la tension, quand le passage du faisceau lumineux est libéré après

le passage d'un client. Le relais actionne la sonnette ; quand le vendeur quitte le labo où il était en train de bricoler, il appuie sur le poussoir S1 pour arrêter la sonnette. La sonnette peut être remplacée par le multivibrateur astable du n°46, suivi par un amplificateur BF et un haut-parleur. Si un deuxième client entre, on peut arrêter le signal par un deuxième poussoir connecté en parallèle sur le premier. Il est possible aussi d'utiliser une bascule monostable pour faire suivre chaque impulsion d'entrée, si brève soit-elle, d'une impulsion de sortie de durée constante. Ce dernier article ne prétendait pas exposer toutes les possibilités des platines du système K, mais vous montrer que vous pouvez concevoir et construire vous-mêmes les montages que vous imaginez. N'importe quelle cause peut produire n'importe quel effet, il suffit de trouver le bon capteur. Le reste est une question de logique pour l'assemblage des différentes fonctions. Une fois le fonctionnement correct obtenu, vous regrouperez en un seul les différents schémas utilisés, vous grouperez éventuellement différentes fonctions pour simplifier l'ensemble et vous pourrez passer au dessin de votre circuit imprimé. 86687

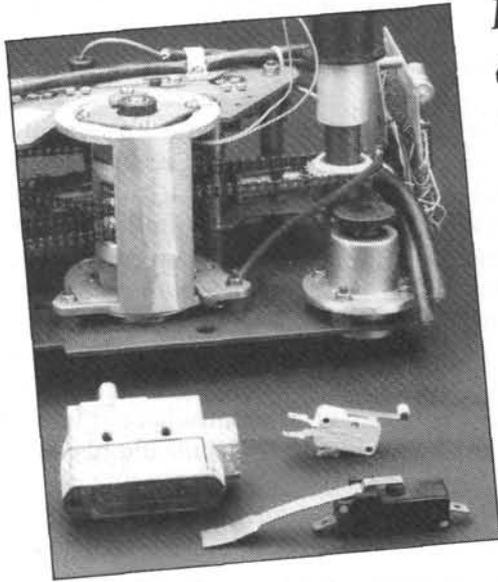
Les lois de la thermodynamique étant ce qu'elles sont, il faut consommer au moins 10000 W d'énergie issue du pétrole, du charbon ou de la fission de l'atome pour fournir 2500 W à la prise. En brûlant autant de pétrole ou de gaz chez soi, on récupère 9000 W de chaleur. Dommage que le gaz soit facturé en kilowatt !

MAGNETIC-FRANCE

Circuits intégrés, Analogiques, Régulateurs intégrés, Interfaces, Micro-Processeurs, Mémoires RAM Dynamiques Statiques, EPROM et EEPROM, Quartz, Bobinage, Semi-Conducteurs Transforiques, Filtres, Ligne à retard, Leds, Supports de CI, Ponts, Opto-Electronique, etc.
Et de nombreux KITS.

Bon à découper pour recevoir le catalogue général
Nom
Adresse
Envoi : Franco 35 F - Vendu également au magasin

11, Place de la Nation, 75011 PARIS **43793988**
Télex 216 328 F - Ouvert de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h
Fermé le Lundi.



Les interrupteurs de fin de course, micro-rupteurs ou "micro-switches", sont indispensables pour éviter qu'un moteur dépasse les limites d'un dispositif mécanique télécommandé comme un bras de robot, une antenne orientable, une porte de garage, etc.

fin de course pour arrêter à temps

Nous vous avons proposé dans *elx* numéro 46, page 43, un système d'indication à distance de la position d'un axe télécommandé. Il s'agissait là d'un système de surveillance ; comme il n'est pas exclu que le manipulateur s'endorme en sursaut ou que le dispositif de commande défaille, un système de sécurité n'est pas superflu. Quel que soit l'objet déplacé par le moteur, il est évident qu'il y a des bornes physiques à son déplacement. Comme le dit le proverbe en usage chez les géomètres, plagés par un radioteur du dimanche matin, « passé les bornes, il n'y a plus de limite ». Prenons l'exemple du portail ou de la porte de garage télécommandés. La porte, une fois ouverte ou fermée, ne peut pas et ne doit pas aller plus loin, à moins de casser le mur ou d'arracher les gonds. Dans la suite, nous appellerons moteur tout l'équipage mobile.

Le but des dispositifs de fin de course est de garantir que le moteur s'arrêtera assez tôt pour éviter de détruire des organes fragiles. Les interrupteurs

de fin de course sont actionnés par un ergot quand le moteur arrive au bout du déplacement autorisé. Leur ouverture interrompt le circuit électrique du moteur et l'empêche de continuer de tourner (voir la **figure 1**). Il faut cependant que le moteur puisse repartir dans l'autre sens, ce qui donne lieu à des montages relativement compliqués pour les moteurs à courant alternatif. Pour le courant continu au contraire, une paire de diodes suffit le plus souvent.

rupteurs de fin de course S1 et S2. Il s'agit d'interrupteurs à ouverture, c'est-à-dire fermés au repos. En fonctionnement normal, les deux interrupteurs sont fermés, le moteur peut donc tourner aussi bien à droite (figure 2a) qu'à gauche (figure 2b) suivant l'état des organes de commande (par exemple le double inverseur de la figure 3). Jusqu'ici les diodes n'ont aucun rôle. Elles n'entrent en jeu qu'après un arrêt.

arrêt

les diodes

Le principe des interrupteurs de fin de course est repris par la **figure 2**. Le circuit comporte le moteur M, une source de tension (symbolisée par une simple pile), deux diodes (D1 et D2) et enfin les inter-

Le moteur a atteint l'extrémité de sa course en tournant à gauche : l'interrupteur S1 est actionné. Le courant, qui circulait comme le montre la flèche de la figure 2a, est interrompu. Il ne peut plus circuler à gauche puisque l'interrupteur S1 est ouvert, ni à droite puisque la diode D2 est polarisée en inverse. Par conséquent le moteur est arrêté. Il est possible de faire tourner le moteur dans l'autre sens en changeant la polarité de l'alimentation : nous

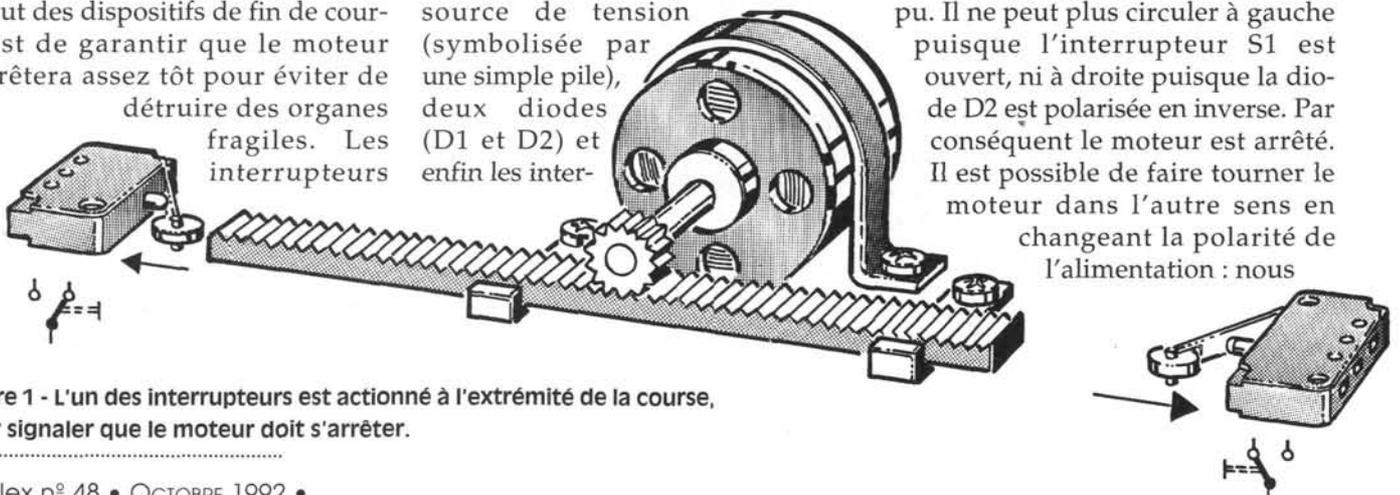


Figure 1 - L'un des interrupteurs est actionné à l'extrémité de la course, pour signaler que le moteur doit s'arrêter.

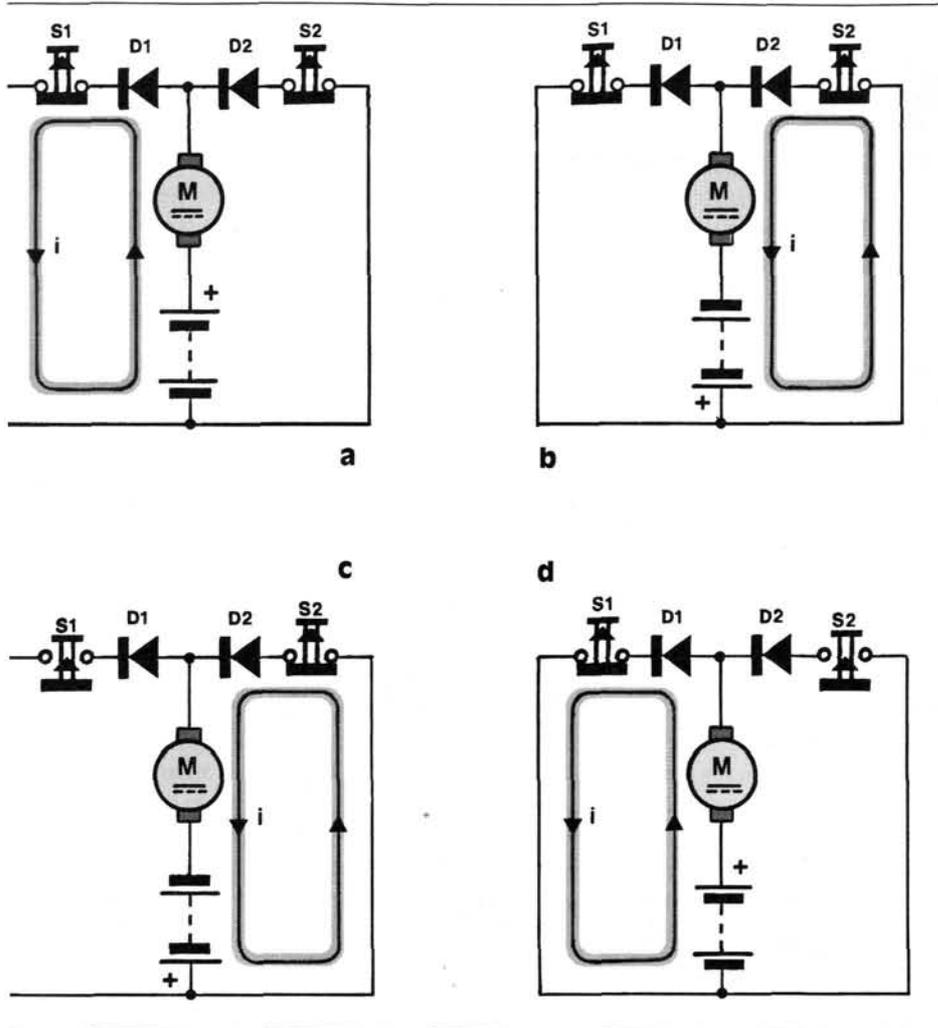


Figure 2 - Les deux interrupteurs et les diodes nécessaires pour assurer la sécurité mécanique. Les flèches indiquent le sens du courant ; elles montrent que la rotation est possible dans les deux sens si aucun interrupteur n'est ouvert. Que l'un des interrupteurs s'ouvre, alors le mouvement n'est plus possible que dans un seul sens.

quelques mots sur les moteurs

Ce qui précède suppose que le sens de rotation des moteurs peut être changé par inversion de la polarité de la tension d'alimentation, sans autre forme de procès. Vous pouvez vous demander avec raison si c'est possible avec tous les moteurs. Voyez à ce sujet l'article *Les moteurs électriques* page 16 de ce numéro. Ce qui est sûr, c'est que la plupart des petits moteurs utilisés en télécommande, sur les perceuses miniatures, dans les jouets, peuvent fonctionner ainsi : ils ont tous un inducteur, ou stator, à aimant permanent. C'est vrai aussi des moteurs fournis avec les jeux de construction de différentes marques.

Si vous voulez utiliser, pour disposer de plus de puissance, des moteurs à stator bobiné, du genre moteur d'essuie-glace, c'est un peu plus compliqué : il faudra alimenter séparément le rotor et le stator pour inverser le sens de rotation. Reportez-vous à l'article cité au début pour les détails sur l'alimentation du rotor ou du stator par un pont redresseur.

87669

nous trouvons dans le cas de la figure 2c. Le courant circule maintenant à travers S2 et D2, polarisée en sens direct.

Quand le moteur arrivera à l'extrémité opposée de sa course, il actionnera S2, ce qui nous placera dans la situation de la figure 2d : le moteur est arrêté et il faut inverser la polarité de l'alimentation pour le faire redémarrer dans l'autre sens. Dans les deux cas, le moteur ne peut pas causer de dégâts en dépassant les limites prévues, mais il peut repartir dans l'autre sens, grâce à deux simples diodes.

pratique

Comment réaliser en pratique ces interrupteurs de fin de course ? Il n'y a ni recettes ni règles fixes, car tout dépend de l'application. Nous pouvons cependant vous donner quelques trucs généraux. La première solution est d'utiliser des *micro-switches*, en français micro-interrupteurs, destinés spécialement à cet

usage et actionnés par des ergots disposés judicieusement.

Il est possible aussi de concevoir une barrière lumineuse avec une LED et un phototransistor : quand le moteur atteint la fin de sa course, un plaquette interrompt le faisceau lumineux, le phototransistor commande un relais qui coupe le circuit électrique.

Enfin, vous pouvez alimenter le moteur par des frotteurs et des rails conducteurs. Arrivé en fin de course, le frotteur trouvera une plage isolante sur le rail conducteur. L'exécution pratique peut faire appel simplement à une plaque d'isolant cuivré pour circuit imprimé, débarrassée de son cuivre à certains endroits.

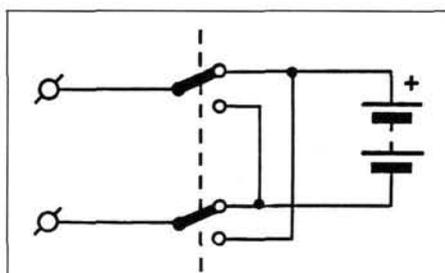
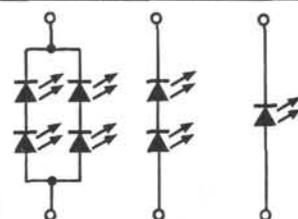


Figure 3 - Ce montage de double inverseur permet de changer le sens de rotation d'un moteur à courant continu. Il n'y a pas de position médiane car l'arrêt ne doit se faire qu'en fin de course, où il est assuré par les interrupteurs ad hoc.



décimal	Q2	Q1	Q0
9	0	0	1
10	0	1	0
11	0	1	1
12	1	0	0
13	1	0	1
14	1	1	0



dé électronique

Le meilleur moyen de faire connaissance avec un circuit intégré est d'en étudier une utilisation. Un numéro déjà ancien d'ELEX (en juin 1989) décrivait un dé électronique basé sur un compteur plutôt simple d'emploi, le 4017. Nous utilisons ici un circuit un peu plus compliqué, le 4029, compteur décompteur programmable.

Le cœur du dé est donc un compteur binaire dont trois des quatre sorties sont utilisées (figure 1). Ces sorties commandent, par l'intermédiaire d'inverseurs-tampons, trois séries de LED qui représentent les points du dé. Seules trois sorties sont câblées, puisque pour éclairer de un à six points, disposés comme ils le sont sur un dé ordinaire, il ne faut que trois ensembles de LED comprenant respectivement un, deux et quatre de ces composants comme le montre le tableau 1. Nous voilà mal partis puisque de cette façon, le dé électronique n'a pas six mais huit faces : une face nulle, représentée par l'extinction de toutes les LED, et une face sept, où les trois ensembles brillent simultanément, donnant donc sept points. Quelques particularités du compteur utilisé permettent d'exclure ces situations extrêmes.

Pour commencer, il dispose d'une sortie de retenue *Co* (carry out), validée par un état bas (0) sur l'entrée \overline{Ci} (carry in). Cette entrée est donc portée au potentiel de la masse pour nous permettre d'utiliser les effets

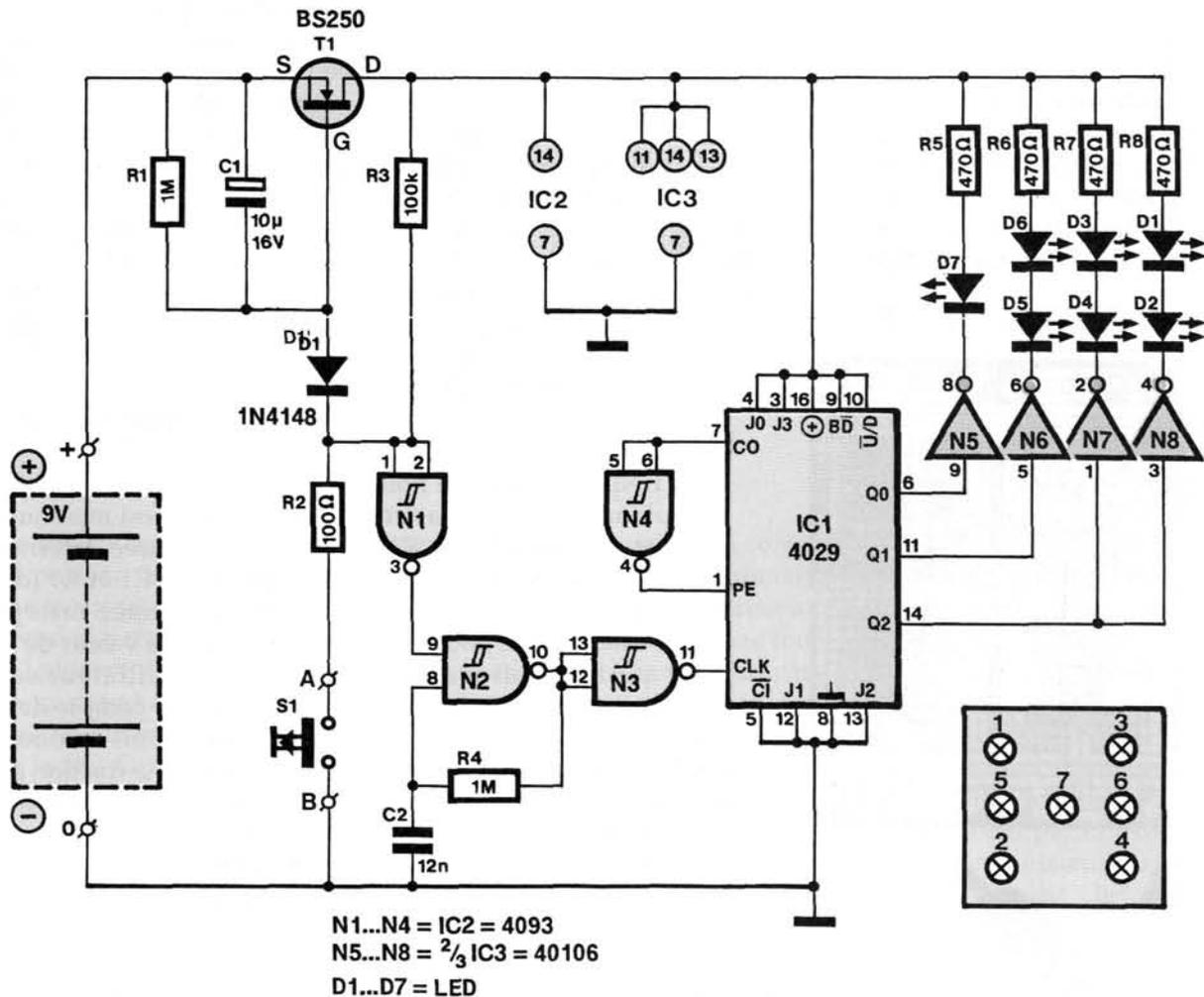
de la sortie *Co*. Quels sont-ils, et d'abord comment compte le 4029, dans le cas le plus simple ? Au premier front montant sur son entrée d'horloge, il met à 1 sa sortie *Q0*. Au second, cette sortie passe à 0 et *Q1* passe à un ($1 + 1 = 10$). Au troisième, la sortie *Q1* reste à 1 et la sortie *Q0* repasse à 1 ($10 + 1 = 11$). Ces trois premières impulsions d'horloge se traduisent donc en sortie du compteur par 11, c'est-à-dire 1 sur *Q0* et 1 sur *Q1*, mais ce n'est pas fini. Le circuit, puisqu'il a quatre sorties, peut aller jusqu'à 1111. Si nous comptons les fronts montants d'horloge en numération décimale ("normalement"), ce 1111 binaire est obtenu lors du quinzième front montant. Aussitôt la sortie *Co* (carry out, retenue) manifeste que toutes les sorties sont à 1, par un état bas (0) qui dure jusqu'au seizième front montant. Si cette sortie *Co* est reliée à l'entrée d'horloge d'un second compteur, lors du seizième front montant, toutes les sorties du premier compteur passent à 0 et la sortie *Q0'* du second compteur à 1 : le compteur pose "zéro" et retient "un". Nous

Tableau 1 - Un niveau logique un sur la sortie Q2 correspond à 4 en numération décimale, qui s'écrit 100 en numération à base 2. Pour Q1, ce niveau logique donne 10 en numération binaire ou 2 en numération décimale : $1 + 1 = 10$, c'est simple, non ? "Je pose 0 et je retiens 1". C'est ainsi que comptent les machines et le comptage binaire du 4029 est traduit en numération décimale par la disposition judicieuse des LED : la base de numération du dé ne serait-elle pas la base 7 ? L'absence de zéro permet de jouer mais non de compter.

avons ainsi, en écrivant côte à côte les niveaux logiques présents aux sorties des deux compteurs, de Q'3 à Q0 : 0001 0000 qui correspond à 16 coups d'horloge, 0001, état des sorties Q'n du second compteur et 0000, état des sorties Qn du premier. Nous nous sommes laissé entraîner un peu loin, puisque nous ne voulons compter que de 1 à 6 avec trois sorties d'un unique compteur, comme sur le tableau 1. Allons sans plus tarder à la sixième ligne du tableau. Quelle est pour le compteur la valeur suivante ? La sortie Q0 passe à 1, donc 111, évidemment. Si Q3 est à 1 lorsque Q0 passe à 1 (et Q3 est à 1 comme nous le voyons un peu plus loin) la sortie Co passe à 0. Sur la figure 1, ce passage à 0 de la sortie de retenue fait passer l'entrée PE (preset enable) à 1, par l'intermédiaire de l'inverseur N4. Cette entrée est une entrée prioritaire, il suffit qu'elle soit à 1, quel que soit l'état des autres entrées, les sorties Q0 à Q3 adoptent aussitôt les valeurs présentes sur les entrées J0 à J3. Les entrées J0 et J3 sont au potentiel de l'alimentation,

donc au niveau logique 1, les entrées J1 et J2 sont à celui de la masse, qui est un 0 logique. La sortie Q3 est donc à 1 et qu'avons-nous maintenant sur les autres sorties ? Au lieu de "111", la première ligne du tableau 1, imposée par le programme écrit sur les entrées J3 à J0. Pour les LED, le compte est bon : les données présentes sur l'ensemble des sorties Q2, Q1 et Q0 sont successivement 001, 010, 011, 100, 101, 110, et retour à la ligne départ programmée, 001. Le compteur lui, tient compte - c'est le cas de le dire ! - du 1 de Q3 et compte de 1001, soit 9 en numération décimale, jusqu'à 1110, soit 14, après quoi il revient à 9. Les sept LED ne peuvent donc pas briller toutes ensemble puisqu'au moment où les sorties du compteur seraient toutes à 1, la sortie de retenue Co commande l'entrée PE qui les REMET non pas à 0, mais à la valeur Programmée sur les entrées J0 à J3 dites JAM (de blocage). Cette entrée, active au niveau logique 1, est appelée preset enable ou entrée de validation de la programmation.

Figure 1 - Un oscillateur donne sa cadence à un compteur dont les sorties alimentent trois ensembles de LED, pour simuler un dé à jouer. Il est aussi possible de se servir de ce circuit pour tester ses réflexes, en diminuant la "vitesse de rotation" du dé, donc la fréquence de comptage : il suffit d'augmenter la capacité de C2 ou la résistance de R4 pour « Abolir le hasard ». Voyez-vous l'économiseur de pile ? Sa constante de temps augmente ou diminue si l'on modifie les valeurs de C1 et R1.



liste des composants

R1, R4 = 1 MΩ*
 R2 = 100 Ω
 R3 = 100 kΩ
 R5 à R8 = 470 Ω
 C1 = 10 μF/16 V*
 C2 = 12 nF*

D1' = 1N4148
 T1 = BS 250
 D1 à D7 = LED rouge

IC1 = 4029 (compteur/décompteur, synchrone, programmable, binaire/par décade)
 IC2 = 4093 (quadruple opérateur ET-NON à 2 entrées

et à trigger de Schmitt)

IC3 = 40106 (sextuple inverseur à trigger de Schmitt)

S1 = bouton poussoir ouvert au repos

platine d'expérimentation de format 2

*Voir le texte

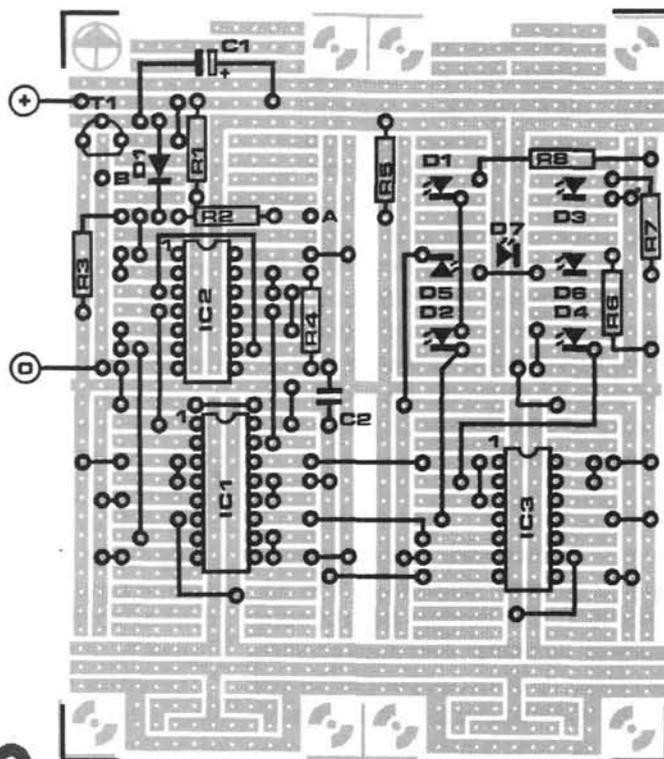


Figure 2 - Disposez les LED comme les points d'un dé ; l'éventuel coffret doit être prévu en conséquence.

D'autres entrées ont aussi leur importance, voyons-les tour à tour. Pour \overline{Ci} (*carry in*, pas de problème, c'est l'entrée, active au niveau logique bas, qui permet à la sortie de retenue Co de fonctionner. L'entrée de comptage, ou de décomptage (*Up/Down*), permet de compter à rebours si elle est au potentiel de la masse. Comme elle est au niveau logique haut, le compteur compte.

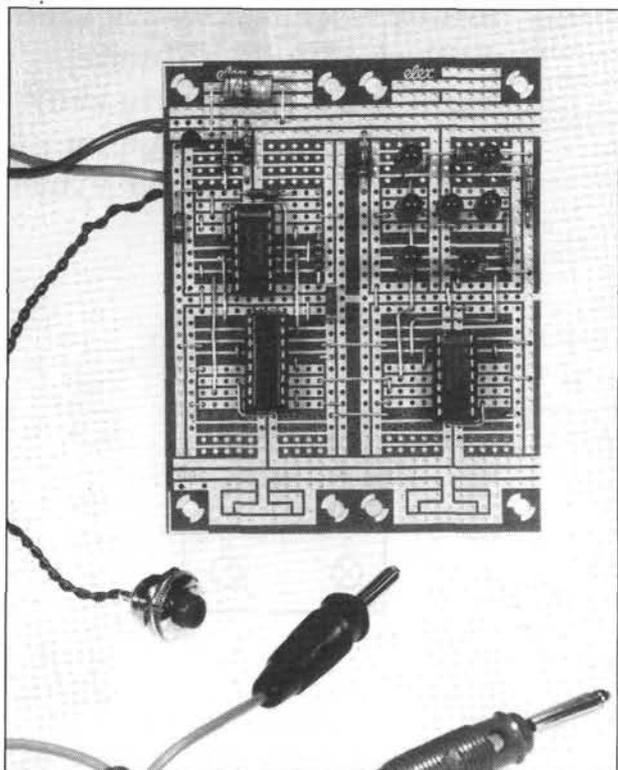
Ensuite, l'entrée accessible sur la broche 9 portée à la masse permet, dans d'autres applications, un comptage par décade : de 0 à 9 (de 0000 à 1001), ou décomptage de 9 à 0. Dans ce cas, la sortie Co passe à 0 au huitième front montant de l'horloge si l'entrée \overline{Ci} ne l'inhibe pas (si elle est donc au niveau logique 0). L'entrée CLK est bien sûr une entrée de *clock*, d'horloge, horloge dont il est d'ailleurs temps de parler. L'oscillateur, qui donne son rythme au compteur, est bâti autour d'un des opérateurs, *trigger* ET-NON, que contient le 4093. Sa fréquence dépend non seulement de la capacité C2 et de la résistance R4, mais aussi de la marque du circuit utilisé. Elle doit être assez élevée pour éviter que l'œil puisse suivre l'allumage et l'extinction des LED : il doit les voir briller toutes en même temps. Pour augmenter le cas échéant cette fréquence, il faut diminuer C2 ou

R4. Voyons maintenant l'alimentation : une pile de 9 V suffit pour un circuit semblable et tient assez longtemps si l'on n'insiste pas lourdement sur le poussoir S1 (ce qui est aussi utile que de lancer le dé par la fenêtre). Elle durera d'autant plus longtemps qu'un économiseur de pile est prévu. Le FET T1, après un laps de temps défini par R1 et C1, ouvre le circuit et la pile ne débite plus. Il ne reste plus maintenant qu'à trouver à la platine un coffret digne du jeu.

fonctionnement

Appuyez sur la touche S1 pour jeter le dé. Le circuit est mis sous tension pendant une durée déterminée par les composants C1 et R1 (durée qui peut être augmentée, mais pas indéfiniment, avec la valeur de ces composants). L'oscillateur se met en branle et le 4029 compte de 1 à 6 (de 9 à 14 en fait), puis recommence. Il ne lui faut qu'une fraction de seconde. Dès que S1 est relâché, le dé a fini de rouler et les LED qui correspondent à la face tournée vers le haut sont allumées.

86693



compte-pose d'agrandissement

toujours l'exposition correcte

Même si les boutiques de photo-minute (enfin, disons une heure) fleurissent sur tous les trottoirs, il y en a encore beaucoup d'amateurs qui tirent eux-mêmes leurs photos. Le plus souvent, ils font développer les films, parce que c'est un travail que les machines font à la perfection (il ne s'agit que de respecter les temps et les températures indiqués par les fabricants), mais se réservent le vrai plaisir du laboratoire photographique : le tirage. C'est la seule manière d'obtenir à bon compte des agrandissements cadrés, exposés et développés à son goût. Pour ce qui est du matériel de laboratoire aussi, l'amateur a intérêt à s'équiper lui-même.

Un tirage photographique n'est bon que si l'exposition est correcte. C'est-à-dire que le temps d'insolation doit être déterminé précisément. L'allumage de la lampe de l'agrandisseur peut être commandé à la main, en surveillant une montre. Ce n'est pas vraiment facile, surtout si on doit en même temps surveiller des papiers dans le révélateur et d'autres dans le fixateur. Tout cela fait beaucoup de temps à compter, trop pour un seul homme. Les choses se passent plus

simplement si on confie à un compte-pose le soin d'éteindre automatiquement la lampe de l'agrandisseur. Il existe dans le commerce une foule d'appareils de ce genre, plus perfectionnés les uns que les autres, mais peut-être un peu chers pour un amateur. Les moyens modestes que nous mettons en oeuvre pour ce compte-pose ne l'empêchent pas d'être aussi précis que n'importe quel autre.

l'extérieur

Le rôle d'un compte-pose est d'allumer la lampe de l'agrandisseur pendant un temps déterminé et réglable. Il doit donc comporter une horloge, réglable d'une façon ou d'une autre. L'important est que cette horloge soit fidèle, beaucoup plus que précise : pour un affichage donné, elle doit toujours allumer la lampe le même temps. Si le réglage est fait par un potentiomètre, il faut que son échelle soit très dilatée pour que la résolution soit bonne. Pour réaliser un système de ce genre, il faudrait le doter de nombreuses gammes de réglage et les étalonner toutes individuellement. Tout cela donnerait un ensemble compliqué et coûteux. Il existe une solution à la fois plus économique et plus élégante : l'horloge fonctionne à trois fréquences ; les durées fixes sont multipliées par 2, 4, 8, 16 ou 32. Comme le montre le projet de face avant que nous avons élaboré pour ce compte-pose et que vous trouverez en tournant la page, tous les temps compris entre 1,5 s et 80 s peuvent être programmés, avec une résolution d'un tiers de diaphragme. L'inverseur de gauche permet de choisir parmi trois temps de base, le commutateur du milieu permet de choisir le facteur de multiplication.

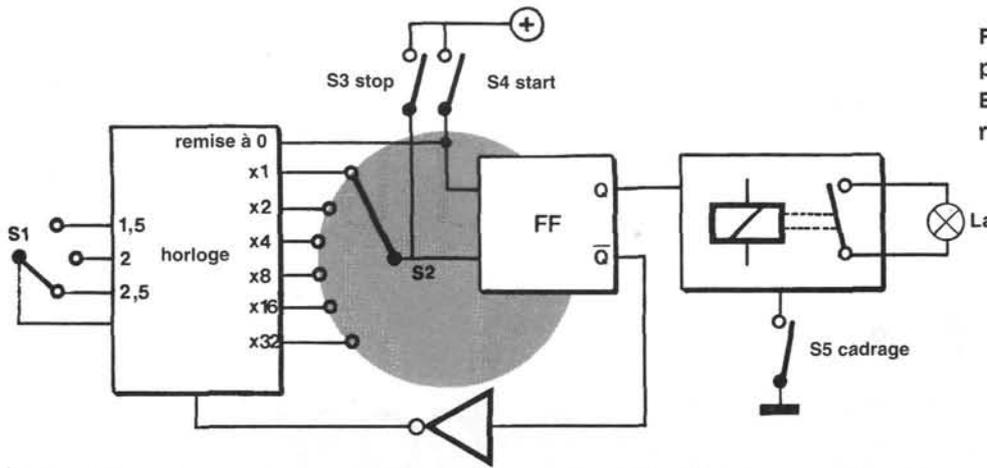
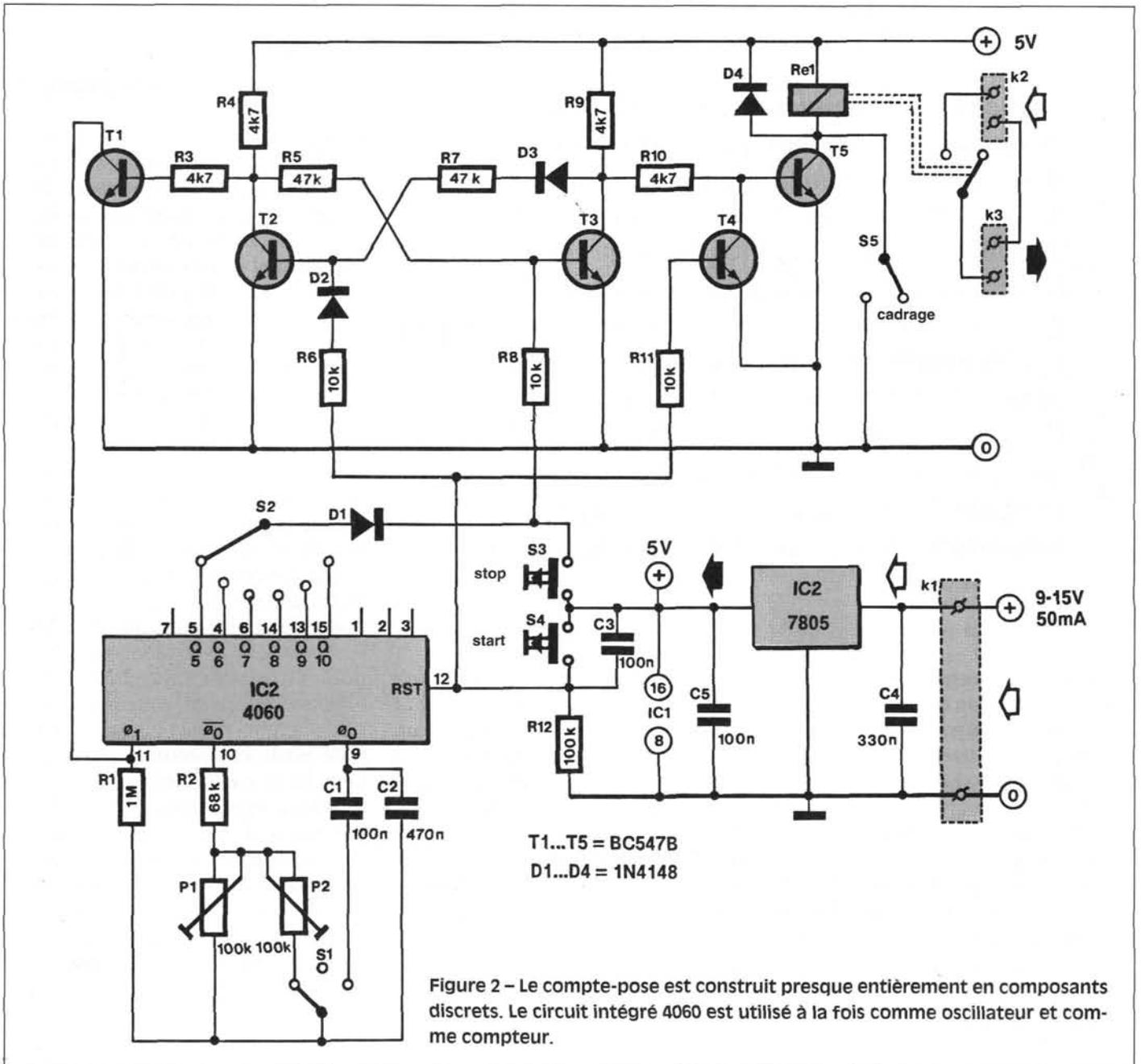


Figure 1 - La bascule RS (*Fip-Flop*) est la partie la plus importante du compte-pose. Elle est mise à 1 par le poussoir *start* et remise à zéro par l'horloge.

Pendant que nous en sommes à parler de l'aspect extérieur, examinons les autres caractéristiques. Rien de plus logique qu'un poussoir pour déclencher l'exposition. Dans le cas, improbable, où vous auriez fait une erreur en programmant le temps, un

poussoir d'arrêt n'est pas inutile, pour sauver ce qui reste à sauver. Pour finir, le bouton « cadrage » permet d'allumer l'agrandisseur indépendamment de l'horloge, le temps nécessaire à la mise au point. La figure 1 montre que l'appareil est

composé de trois sous-ensembles*, dont le dernier est le plus simple. Il s'agit d'un relais et de son transistor, qui constituent l'interface entre le circuit électronique et le secteur. L'isolation est d'autant plus nécessaire qu'un laboratoire photographique



T1...T5 = BC547B
D1...D4 = 1N4148

Figure 2 - Le compte-pose est construit presque entièrement en composants discrets. Le circuit intégré 4060 est utilisé à la fois comme oscillateur et comme compteur.

est souvent humide. L'interrupteur de cadrage (S5) court-circuite tout simplement le transistor pour maintenir la lampe allumée en permanence.

La bascule bistable (FF) est en fait la partie la plus importante du circuit. Elle est mise dans l'état *marCHE* par une pression sur le poussoir *start*, ce qui a pour conséquence d'allumer la lampe; elle est remise au repos soit par une pression sur *stop*, soit par le signal de fin de comptage délivré par l'horloge, ce qui éteint la lampe. La seule fonction de l'horloge est de remettre la bascule à zéro une fois écoulé le temps programmé. Comme il y a une liaison entre l'entrée SET de la bascule et l'entrée RESET de l'horloge, le comptage du temps part de zéro à l'allumage de la lampe. C'est au bout du temps programmé que l'horloge délivre l'impulsion de remise à zéro (RESET) de la bascule. Le nombre de secondes à compter avant la remise à zéro dépend de la position des inverseurs S1 et S2. Leur rôle est défini comme suit: l'inverseur S1 permet de choisir un temps minimum entre 1,5 s, 2 s et 2,5 s; ce temps de base est multiplié par une puissance de 2 déterminée par la position du commutateur S2. La réaction de la sortie inversée (Q) de la bascule RS sur l'entrée de blocage (stop) du compteur bloque l'oscillateur aussitôt que la bascule est remise à zéro. Il s'agit là d'une précaution supplémentaire, car une impulsion de remise à zéro est suffisante pour une bascule bistable.

un 4060 et cinq transistors

Le schéma synoptique pourrait vous laisser croire que le compte-pose est réalisé entièrement en circuits intégrés. Ce n'est pas le cas, comme le montre le schéma de la figure 2. Seul le compteur fait appel à un circuit intégré, un circuit CMOS de type 4060. Il comporte un oscillateur en plus des 14 diviseurs par 2. La deuxième fonction représentée par le schéma synoptique est remplie par un montage à deux transistors: T2 et T3. Il en va de même pour l'inverseur entre la sortie Q de la bascule et l'entrée de blocage du compteur, et pour l'étage de commande du relais (T1 et T5).

C'est l'adverbe ensemble qui est invariable.

l'horloge

Comme nous l'indiquons plus haut, le 4060 comporte un oscillateur et 14 diviseurs par deux, connectés en cascade. La sortie de l'oscillateur attaque le premier diviseur de la chaîne, si bien qu'il existe 15 signaux, dont chacun a pour fréquence la moitié de celle du précédent. Dix seulement de ces quinze signaux sont disponibles aux sorties du circuit intégré, mais c'est amplement suffisant pour notre compte-
pose: vous pouvez voir sur le schéma que le commutateur S2 n'en utilise que six.

Les résistances et condensateurs (à l'exception de R1) connectés aux broches 9, 10 et 11 du circuit intégré déterminent la fréquence de l'oscillateur. Le commutateur S1 joue un rôle important puisque c'est lui qui permet de changer la fréquence. Le changement de fréquence est réalisé par la mise en parallèle d'une résistance ou d'un condensateur avec le composant homologue connecté en permanence. La fréquence se calcule selon la formule suivante:

$$f = \frac{1}{2,2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

Si S1 est en position médiane, le R de la formule prend la valeur de P1 et R2 en série, le C de la formule prend la valeur de C2, soit 470 nF. Si S1 est dans l'une des positions extrêmes, P2 se trouve en parallèle avec P1, ou C1 avec C2. Dans le premier cas, la fréquence est plus élevée, dans le second, plus basse. Puisque l'oscillateur sert de base de temps au compte-
pose, il est plus commode de raisonner en termes de durée, autrement dit de période: la période est plus courte dans le premier cas, plus longue dans le second; elle a une valeur intermédiaire quand S1 est en position médiane. Si nous calculons la fréquence dans ce dernier cas, nous trouvons une valeur de 8 Hz, soit une période de 0,125 s. Cette durée est encore inférieure au temps minimal prévu, mais c'est ici qu'interviennent les diviseurs par deux du circuit intégré. La broche 5 (Q5) fournit un signal dont la période est de 4 s ($8 \text{ Hz} / 2^5 = 8 \text{ Hz} / 32 =$

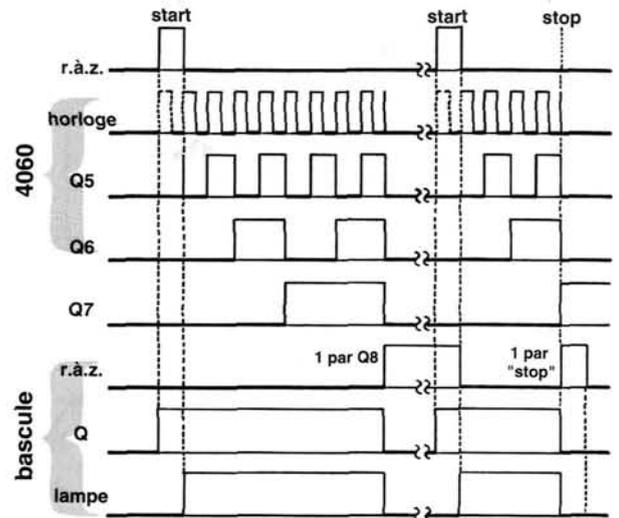
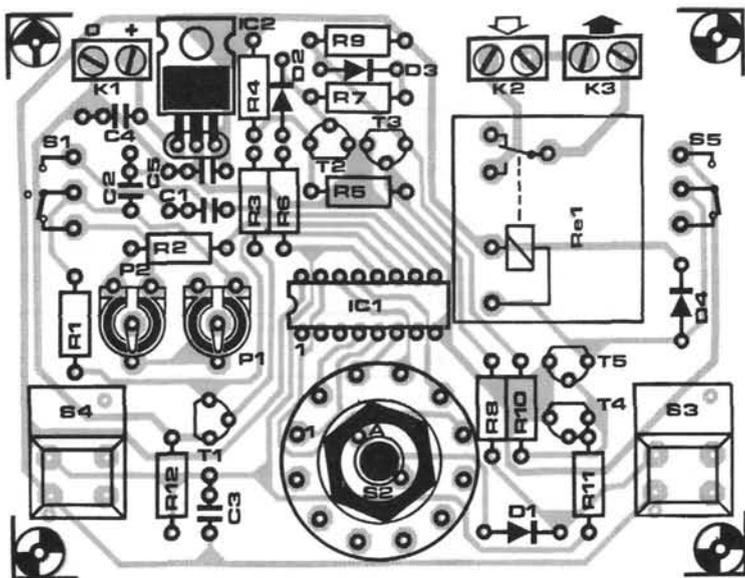


Figure 3 - Ce diagramme montre la succession des signaux en différents points du compte-
pose. La partie pointillée du signal d'horloge indique au début du cycle une période pendant laquelle la lampe est éteinte, bien que l'oscillateur fonctionne: la lampe est éteinte et le compteur est bloqué aussi longtemps que la touche *start* est enfoncée.

0,25 Hz). Comme la période est de 4 secondes, la broche de sortie présente d'abord un niveau bas pendant 2 secondes, puis un état haut pendant 2 secondes. Au moment de la pression sur le poussoir *start*, toutes les sorties du compteur sont remises à zéro, puis, après une demi-période, le front montant signale que le temps minimal de 2 secondes est écoulé et remet à zéro la bascule RS.

la bascule

Pour que l'impulsion de remise à zéro fournie par le 4060 ait un effet, il faut que la bascule ait été mise à un. C'est ce qui se produit lors de la pression sur le poussoir de départ. La résistance R6 et la diode D2 appliquent sur la base de T2 une tension supérieure au seuil de conduction base-émetteur, l'espace collecteur-émetteur devient conducteur. La tension du collecteur tombe à quelque 0,1 V, ce qui bloque T1 et T3. Cela signifie qu'une tension de 5 V environ apparaît sur le collecteur de T3, avec comme conséquences d'une part que la base de T5 est alimentée, d'autre part que T2 est maintenu conducteur. Le relais n'est toujours pas excité car T4 reçoit un courant de base par R11; il le sera aussitôt que le bouton *start* sera relâché.



Liste des composants

- R1 = 1 MΩ
- R2 = 68 kΩ
- R3, R4, R9, R10 = 4,7 kΩ
- R5, R7 = 47 kΩ
- R6, R8, R11 = 10 kΩ
- R12 = 100 kΩ
- P1, P2 = 100 kΩ variable

- C1, C3, C5 = 100 nF
- C2 = 470 nF
- C4 = 330 nF à 1 μF

- T1 à T5 = BC547B
- D1 à D4 = 1N4148
- IC1 = 4060
- IC2 = 7805

- S1 = inverseur unipolaire à 3 positions
- S2 = commutateur 2 circuits 6 positions
- S3, S4 = poussoir à fermeture
- S5 = interrupteur unipolaire
- Re1 = relais (p. ex. Siemens V23127-A0001-A101)
- K1 à K3 = borniers à 2 points
- fiche secteur de châssis
- prise secteur
- bloc secteur 9 V

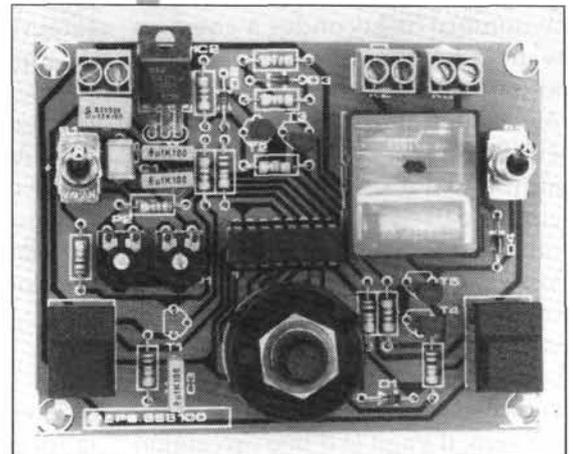
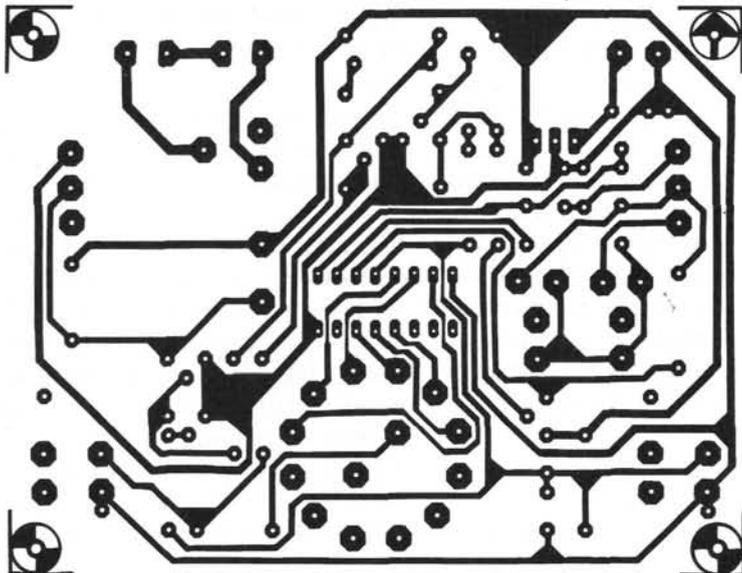


Figure 4 – Le circuit imprimé et l'implantation des composants. Ne cherchez pas le transformateur : un bloc secteur est beaucoup plus sûr dans des locaux humides.

Figure 5 – Au moment où le photographe – un bourreau de travail – a photographié ce prototype, le technicien en était à sa deuxième prolongation de la pause café. C'est pourquoi le transistor T1 reste à implanter.

Pourquoi ce dispositif de blocage de T5 ? Pour répondre à cette question, il faut se pencher sur ce qui se passe dans le 4060 au moment de la remise à zéro. Lors de la pression sur S4, tous les compteurs sont remis à zéro et l'oscillateur est bloqué. L'oscillateur ne démarre, et le comptage ne commence, que lorsque le poussoir est relâché. Sans le transistor T4, le relais serait excité – et la lampe allumée – dès le début de la pression sur S4, alors que le comptage n'aurait pas encore commencé. C'est-à-dire que sans T4 le temps d'exposition serait prolongé du temps de la pression sur S4.

La bascule est remise à zéro par le 4060, au moment où le temps programmé est écoulé, ou bien par une pression sur S3. Dans les deux cas, la base de T3 prend un niveau « haut », son collecteur un niveau

« bas » ; T2 et T5 s'en trouvent bloqués, ce qui permet à R5 de maintenir T3 conducteur et la bascule bloquée.

Le fonctionnement du compte-pose peut être décrit à l'aide du diagramme de la figure 3. Ses différentes courbes montrent la tension en différents points, pour S2 en position 8 (sortie Q8). Pour la clarté du dessin, le signal de l'oscillateur est représenté à basse fréquence. La première partie du diagramme montre le déroulement d'un cycle normal du compte-pose :

1. Pression sur le poussoir de départ : l'oscillateur est libéré par le blocage de T1, mais il ne démarre pas encore parce que la ligne *reset* est au niveau haut ; la bascule est mise à 1.

2. Relâchement du poussoir de départ : l'oscillateur démarre, la lam-

pe s'allume, les compteurs divisent la fréquence.

3. La sortie Q8 passe au niveau 1 la bascule est remise à zéro, l'oscillateur s'arrête, la lampe s'éteint. La deuxième partie montre comment le montage réagit à une pression sur le frein d'urgence. Comme on pouvait s'y attendre, l'ensemble réagit comme à une impulsion de fin de comptage donnée par le 4060.

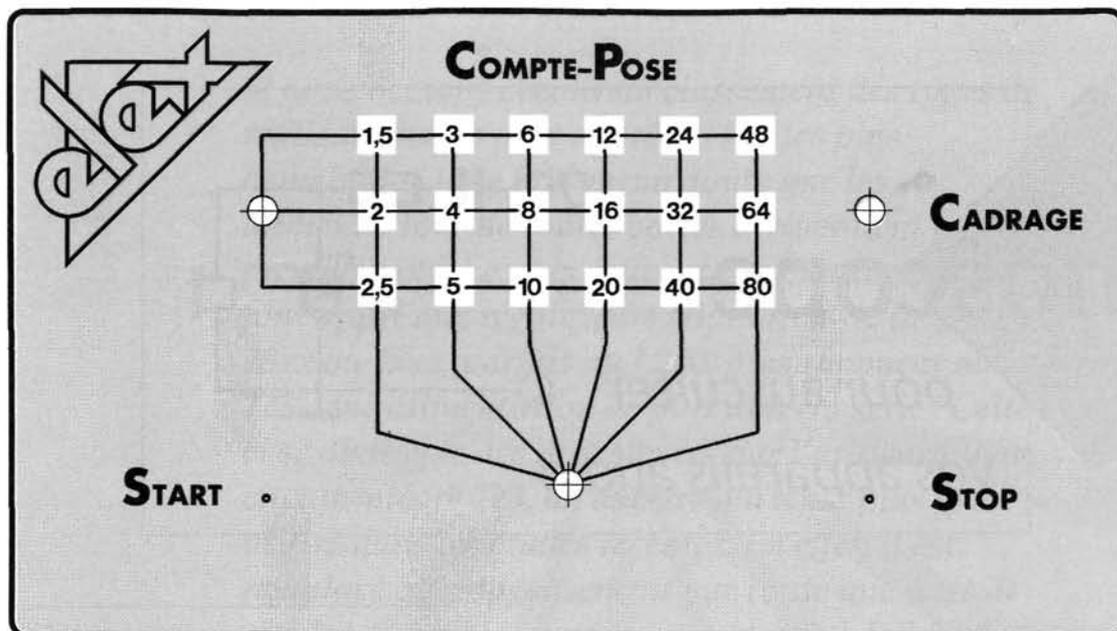


Figure 6 – La face avant du compte-pose, que vous pouvez photocopier, coller, et protéger par un film plastique.

détails supplémentaires tout sur un circuit imprimé

le réglage

Supposons que le fonctionnement général du compte-pose est clair, et passons à quelques détails particuliers. Tout d'abord les diodes: elles évitent des interactions indésirables dans le montage. Ainsi D1 évite-t-elle que les sorties du circuit intégrés voient la tension d'alimentation au moment où vous appuyez sur le poussoir stop. Si la sortie se trouvait à l'état bas au moment de la pression –ce qui est probable–, le circuit intégré risquerait d'être détruit par un courant excessif.

Les diodes D2 et D3 forment un OU câblé pour la mise en conduction de T2; elles évitent que le relais soit maintenu excité par une pression sur stop. Pour finir, D4 protège le transistor de « puissance » T5 contre les surtensions que produirait la bobine du relais.

Toutes les résistances, hormis R12, ont pour fonction de limiter l'intensité. Les condensateurs C3 à C5 protègent le montage contre les impulsions parasites. Le régulateur de tension IC2 permet d'alimenter le compte-pose avec un bloc secteur quelconque. Cette solution est aussi la plus favorable à la sécurité puisque seul le relais est soumis à la tension du secteur.

C'est aussi le souci de sécurité qui nous a conduits à prévoir un circuit imprimé, de préférence à une platine d'expérimentation. Vous le trouverez, avec l'implantation des composants, sur la figure 4. Il reçoit non seulement la totalité des composants, mais aussi les interrupteurs et commutateurs, ce qui supprime tout câblage extérieur, et réduit les risques d'erreur. Les seules liaisons par fils sont celles de l'alimentation, du secteur et de la lampe de l'agrandisseur. Elles se font par trois borniers à vis pour circuit imprimé.

L'implantation des composants ne posera vraisemblablement pas de problème, si vous veillez à orienter les diodes correctement. Les poussoirs S3 et S4 sont du type DIGITAST. Ces touches sont de bonne qualité, mais un peu trop plates: elles n'affleurent pas à la face avant dans ce montage car elles sont beaucoup moins hautes que le commutateur rotatif. La solution consiste à les enficher dans un morceau de support de circuit intégré qui jouera le rôle d'entretoise.

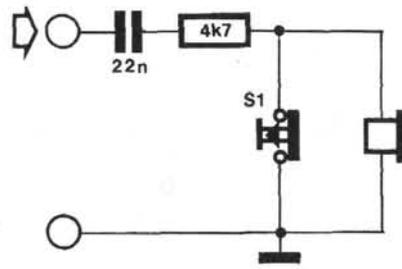
Une fois le circuit imprimé équipé, il faut régler P1 et P2 aussi précisément que possible, car c'est de ce réglage que dépend la qualité du montage. Commençons par P1, avec S1 en position médiane et S2 en position 1 fois. Ce réglage détermine un temps de 2 secondes. Il faut régler P1 pour obtenir un allumage de deux secondes après le relâchement de la touche de départ. Ce réglage grossier sera figolé avec S2 en position 32 fois. Répéter ensuite l'opération avec P2 pour des durées de 1,5 et 24 secondes. Pour la troisième position de S2, il n'y a rien à régler puisque c'est P1, déjà réglé, qui est en service. Si les temps sont trop différents de la valeur nominale, il faudra remplacer C1.

Il ne reste plus qu'à installer le montage dans un coffret convenable. Nous avons choisi un modèle pupitre équipé de la face avant de la figure 6. La sécurité impose que les fils d'entrée et de sortie du 220 V soient munis d'un dispositif anti-attraction. L'idéal est de munir le coffret d'une prise normalisée pour l'alimentation de l'agrandisseur et d'une fiche mâle pour châssis pour la connexion au secteur. Bien que vous ayez l'habitude de travailler proprement, le risque d'éclaboussures existe, il faut donc relier l'agrandisseur à la terre par le fil jaune-vert des différents cordons.

886100m

stéthoscope

*pour ausculter
vos appareils audio*



Cette page n'est pas vraiment la description d'un montage, mais plutôt celle d'une méthode de repérage des défauts dans un montage audio. Nous supposerons d'abord que vous avez un appareil audio en panne, ensuite que vous n'avez pas de deuxième amplificateur qui vous permette de suivre le signal.



liste des composants

R1 = 4,7 kΩ

C1 = 22 nF

S1 = poussoir à ouverture

1 casque 2000 Ω ou deux fois 2000 Ω

sateur, au moment où vous raccordez les pointes de test à un montage soumis à une tension continue. Le mode d'emploi du stéthoscope est des plus simples : si votre récepteur de radio ou votre amplificateur ne produit plus aucun son, il est probable que le chemin du signal est coupé quelque part. Nous allons donc suivre ce signal depuis le début, depuis l'entrée du circuit, jusqu'au moment où il disparaît. C'est ainsi que nous repèrerons l'endroit de la coupure : elle se trouve entre le dernier point qui délivrait un son et le premier qui n'en délivre pas. Il est très facile maintenant, à l'aide du schéma, de déterminer quel composant doit être examiné de plus près ou remplacé.

Un dernier truc : vérifiez d'abord si toutes les tensions d'alimentation sont présentes et dans les limites de la tolérance. Vous ne seriez pas le premier à passer des heures à essayer de dépanner un récepteur dont les piles sont vides.

86823

Voyons cela. Si vous vous intéressez depuis quelque temps à l'électronique, il ne fait aucun doute que vous avez à portée de main les composants nécessaires. L'essentiel est un écouteur à haute impédance. Cet écouteur pourrait même suffire, mais qui peut le moins peut toujours un peu plus ; aussi avons-nous ajouté quelques composants. Commençons par la résistance de 4,7 kΩ. Elle évi-

te de surcharger le circuit auquel nous connectons le stéthoscope. La faible courant qu'elle laisse circuler est encore suffisant pour permettre l'audition de signaux faibles. Le condensateur empêche l'écouteur de recevoir une tension continue et de modifier la polarisation des étages examinés. L'interrupteur, pour finir, vous évite de vous crever les tympans à cause de la charge du conden-

Si nous devons établir un classement des types de réalisations les plus appréciées et les plus demandées, il ne fait aucun doute que les alimentations de toutes sortes arriveraient au premier rang. Le plus souvent, les montages décrits font appel aux régulateurs tripolaires de la série 78xx ou 79xx, parfois au L200, plus rarement au 723. Une alimentation de plus dans la série ! Celle-ci se distingue des précédentes par l'utilisation du circuit intégré 723, un ancêtre qui n'est plus guère utilisé dans les études récentes. En effet, il est remplacé avantageusement par toute une série de régulateurs tripolaires, dont certains à faible chute de tension entrée-sortie, d'autres à faible consommation à vide, d'autres encore à tension de sortie variable.

alimentation d'école

le 723 disséqué

Le 723 va nous permettre de construire une alimentation à faible chute de tension entrée-sortie, mais aussi, et c'est pourquoi elle est qualifiée d'alimentation « d'école », des modèles à fort courant ou à forte tension d'entrée. Comme toutes les fonctions normalement intégrées dans un régulateur tripolaire sont séparées et accessibles dans le 723, la description nous permettra de comprendre le fonctionnement de toute alimentation, qu'elle soit totalement discrète, partiellement ou totalement intégrée. Nous faisons souvent appel à des blocs secteur pour alimenter nos montages. Cette solution pratique et peu coûteuse ne convient en principe que pour des montages figés. L'idée aujourd'hui est de les utiliser pour construire à peu de frais une véritable alimentation de laboratoire.

L'affaire n'est pas des plus simples : si les blocs secteur sont bon marché, il y a de bonnes raisons que vous découvrirez en ouvrant le premier venu. Ils ne contiennent qu'un petit transformateur et quatre diodes (moins chères qu'un pont moulé), un condensateur plutôt maigrichon, et quelquefois un ou deux transistors pour un semblant de stabilisation. Il est évident qu'une « alimentation » de ce genre ne peut pas fournir la tension stabilisée et filtrée d'un appareil de laboratoire. Si l'appareil ou le montage à alimenter a besoin d'une tension continue parfaite, il faut installer un régulateur dans le circuit utilisateur et non dans le bloc secteur. Faut-il renoncer à notre alimentation bon marché ? Non, mais nous allons utiliser le bloc transformateur-redresseur, sans plus.

Qu'allons-nous exiger d'un circuit utilisable comme alimentation stabilisée ? D'abord qu'il fournisse une tension continue, stable et sans ondulation. Ensuite que la tension de sortie soit réglable, si possible entre 0 et 12 V. Enfin que l'intensité disponible soit appréciable, et que l'ensemble résiste aux courts-circuits. Nous verrons au cours de la description comment toutes ces exigences sont satisfaites. Commençons par examiner l'intérieur du circuit intégré régulateur, le 723. La raison de son choix est d'ordre pratique : il est particulièrement simple à utiliser pour construire une alimentation stabilisée car il contient tous les organes nécessaires. La **figure 1** montre le schéma synoptique. La première fonction est représentée à gauche sous la forme d'une diode zener. Il s'agit en fait d'une source de tension de référence stable, alimentée par une source de courant

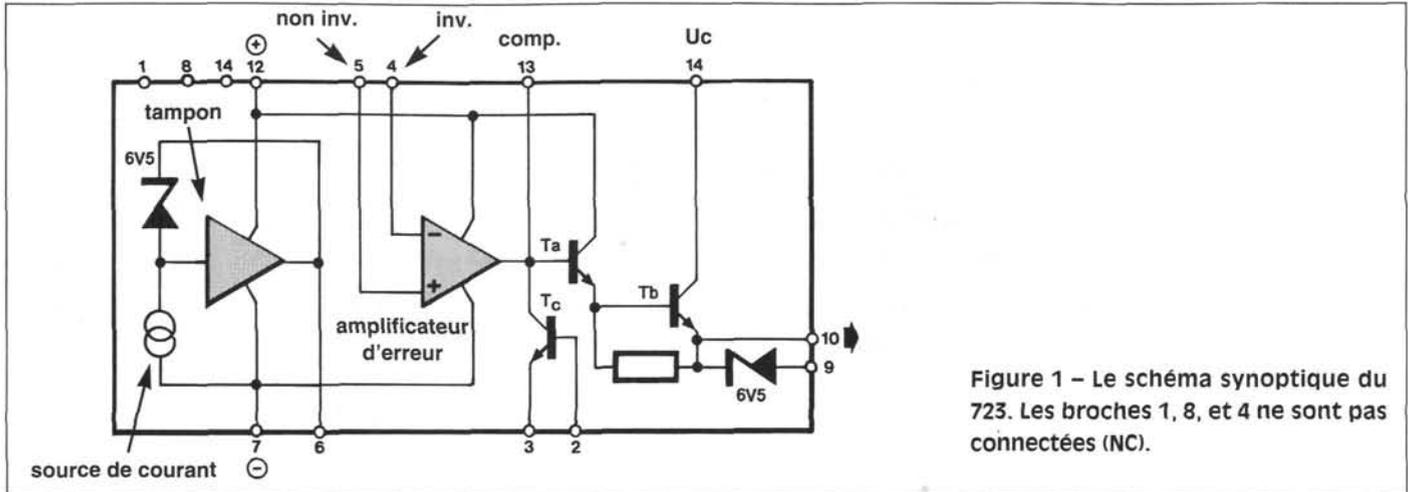


Figure 1 - Le schéma synoptique du 723. Les broches 1, 8, et 4 ne sont pas connectées (NC).

constant et compensée en température. Le tampon délivre sur la broche 6 une tension de référence de 7,15 V, stable même avec un certain débit.

La régulation proprement dite est le fait de l'amplificateur d'erreur, un amplificateur opérationnel qui compare la tension de référence (ou une fraction d'icelle) à la tension de sortie (ou à une fraction). Si la comparaison fait apparaître un écart entre la tension de sortie et la tension de référence, l'amplificateur d'erreur commande en conséquence le transistor de sortie (Tb) par l'intermédiaire de Ta.

Le transistor de sortie, Tb, intégré dans le boîtier plastique à 14 broches, ne peut fournir que 150 mA. Le circuit intégré lui-même ne limite pas l'intensité, contrairement aux régulateurs tripolaires. Il contient cependant un dispositif de limitation qui n'a besoin, pour fonctionner, que d'une résistance de mesure (*shunt*) extérieure. Ce

principe permet d'adapter l'alimentation aux besoins, alors que le tripolaire sort d'usine avec une limitation définitive. Le courant de sortie traverse une résistance de faible valeur (R7 de la figure 2) et y provoque une chute de tension proportionnelle à l'intensité; dès que cette tension atteint 0,6 V, le transistor de limitation Tc, dont la base et l'émetteur sont connectés aux bornes de la résistance, commence à conduire. Ce faisant*, il relie la base de Ta à la sortie, et détourne ainsi son courant de base. Le darlington Ta/Tb/T1, privé d'une partie de son courant de base, laisse passer un courant de sortie diminué, la tension émetteur-collecteur augmente, la tension de sortie diminue. Voici réalisée la limitation du courant de sortie, donc la protection contre les courts-circuits. La diode zener de 6,5 V reliée à la broche 9 est un cadeau du fabricant que nous n'utiliserons pas dans notre

montage. Elle est prévue pour les régulations flottantes, en versions positive ou négative. Dans ce type de régulation, le circuit intégré est alimenté par une source de tension séparée de la source de puissance; le décalage est « encaissé » par la diode zener. Les autres détails du circuit intégré se trouvent dans l'article *la doc ad hoc* de ce numéro.

ballast

Une intensité de 150 mA peut être suffisante pour bon nombre d'applications, mais puisque nous en sommes à la conception de l'alimentation, pourquoi ne pas prévoir des intensités plus confortables qui finiront par se révéler utiles? Le principe est simple, c'est celui de la figure 2. Le transistor de sortie Tb se voit renforcer d'un transistor extérieur, T1, qui fixe la nouvelle limite d'intensité, cependant que le circuit intégré continue de se charger de la régulation. La sortie n'est plus l'émetteur de Tb, disponible à la broche 10, mais l'émetteur de T1. C'est à ce point que sont raccordées la résistance de mesure de l'intensité R7 (la numérotation des composants est celle du schéma complet) et la base du transistor interne (Tc) de limitation d'intensité.

Pour éviter des méprises: le schéma de la figure 2 n'est pas le schéma définitif, il sert à exposer un principe et subira encore des modifications.

*Il vaut mieux les rentrer, parce que la chasse est ouverte.

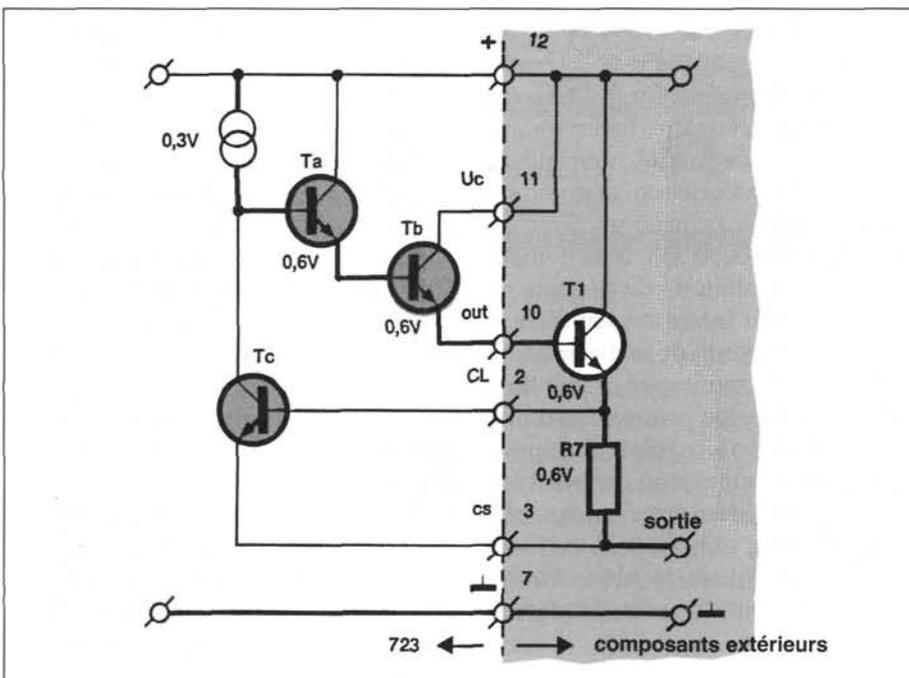


Figure 2 - La méthode standard pour obtenir un courant de sortie supérieur aux 150 mA que peut fournir le circuit intégré. Une chute de tension interne de 2,7 V est inévitable.

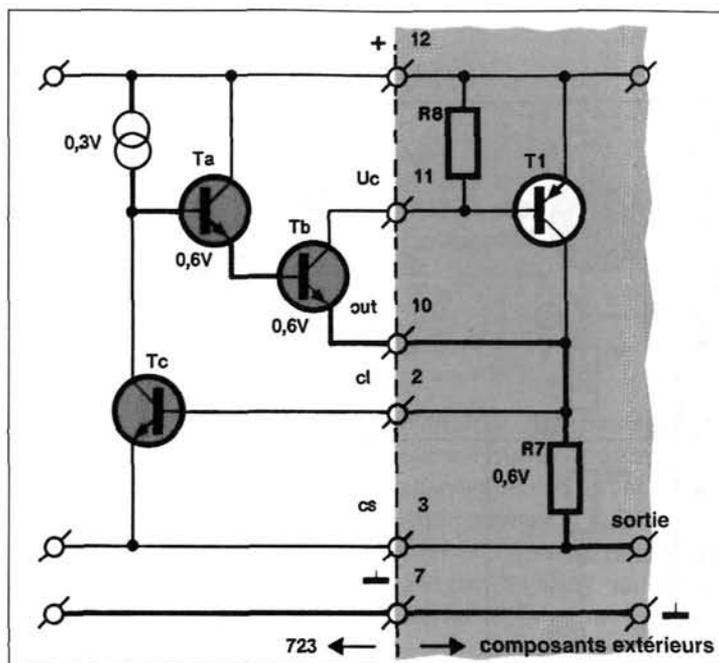


Figure 3 - Le choix d'un transistor PNP comme *ballast*, accompagné des petits changements nécessaires, permet de diminuer de 0,6V la chute de tension.

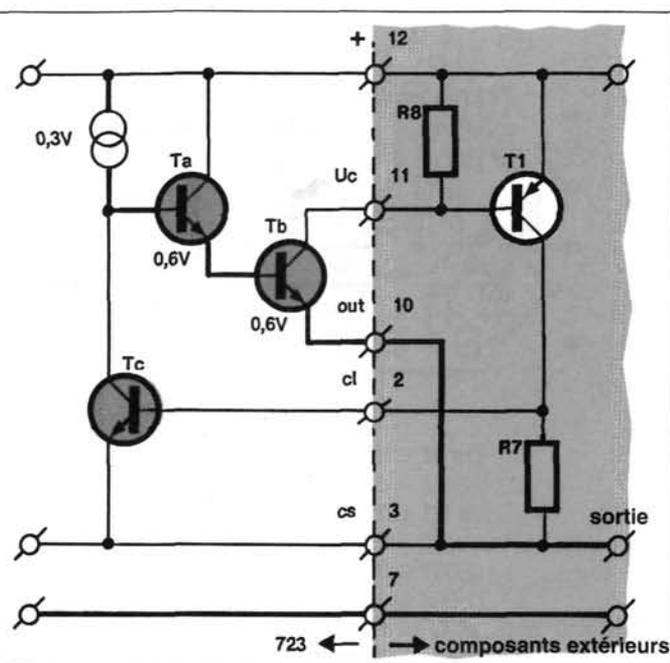


Figure 4 - Un véritable régulateur à faible chute de tension entrée-sortie : la chute de tension dans Tb ne s'ajoute plus à celle du *ballast*, ni à celle de la résistance-*shunt*, ce qui permet de ramener la chute de tension totale à 1,5V.

chute ou faible chute ?

Le schéma de la figure 2, avec son transistor NPN « ordinaire », présente un gros défaut (un défaut « majeur », pour causer hexagonal). Suivons le trajet du courant, en trait gras, en commençant par la source de courant (l'amplificateur d'erreur de la figure 1), qui provoque une chute de tension minimale de 0,3V. Elle est suivie par deux jonctions base-émetteur, connues pour avoir un seuil de 0,6V chacune. Repassez votre petite laine car nous sortons du circuit intégré (par la broche 10) et nous trouvons encore une jonction base-émetteur, puis la résistance-*shunt* R7, avant d'arriver à la charge. Au total, nous avons une chute de 2,7V ; autrement dit, pour fournir l'intensité maximale, l'alimentation doit disposer d'une tension d'entrée supérieure de 2,7V à la tension de sortie. La prudence impose une petite marge, il faut donc que la tension de sortie de notre bloc secteur ne tombe jamais à une valeur inférieure à la tension de sortie augmentée de 3V. Pour une alimentation de 12V, il faut que le bloc secteur fournisse en permanence une tension de 15V. De plus, la puissance correspondante ($P=U \times I$) est gaspillée en chaleur. Voilà deux raisons de chercher à diminuer la chute de tension : utiliser au mieux un redresseur à tension de sortie limitée, minimiser la dissipation inutile.

Voyons la figure 3 et comment elle se distingue de la figure 2. Le premier détail qui saute aux yeux est le remplacement du transistor NPN par un PNP. Ce type de transistor demande pour conduire un courant de base « négatif », il est donc connecté à la source de tension non régulée par l'émetteur au lieu du collecteur. Si nous suivons le trajet du courant, nous voyons qu'il ne passe plus par la jonction base-émetteur de T1, mais qu'il passe directement de l'émetteur de Tb à la résistance R7. La chute de tension entre l'entrée et la sortie a diminué de 0,6V, la dissipation de chaleur a diminué de plus de 20%. L'amélioration est appréciable, mais nous pouvons faire encore mieux sans trop nous forcer. Une conception légèrement différente permet de contourner R7, comme le montre la figure 4. La broche 10 du circuit intégré est maintenant raccordée à l'autre extrémité de la résistance, ce qui fait que la chute de tension se trouve « en parallèle » avec la tension collecteur-émetteur de Tb, au lieu de se trouver « en série » comme sur la figure 3. Nous avons encore récupéré 0,6V, la chute de tension théorique entre entrée et sortie est de 1,5V, au lieu des 2,7V du projet original. Nous pouvons parler maintenant de faible chute de tension. A titre de comparaison, les régulateurs

tripolaires de la série 78xx ou 79xx demandent toujours 2,5V ou 3V suivant les fabricants.

le schéma

Le schéma complet et définitif de l'alimentation est celui de la figure 5a. Vous pouvez voir que nous avons retenu le principe de la figure 3 (2,1V) et non la version à très faible chute de la figure 4. Cela pour des raisons pratiques sur lesquelles nous reviendrons. Pour garder au transistor *ballast* T1 et à l'alimentation un prix de revient abordable, pour éviter un radiateur encombrant, nous avons choisi de limiter l'intensité à 300 mA, ce qui représente la limite de la plupart des blocs secteur. L'intensité pratique se calcule grâce à la valeur de R7 :

$$I_{MAX} = 0,6/R7 \\ = 0,6/2,2 \\ = 0,270 \text{ A.}$$

Vous pouvez aussi, suivant vos besoins, utiliser un bloc qui fournit 500 mA ou 1 A, et adapter le radiateur et la valeur de R7. Le circuit imprimé permet de monter une résistance en parallèle sur R7 pour abaisser sa valeur et l'adapter à une intensité supérieure. Le radiateur pourra être remplacé par le fond du coffret, moyennant l'interposition des isolants habituels : mica, canon isolant et graisse conductrice de la chaleur.

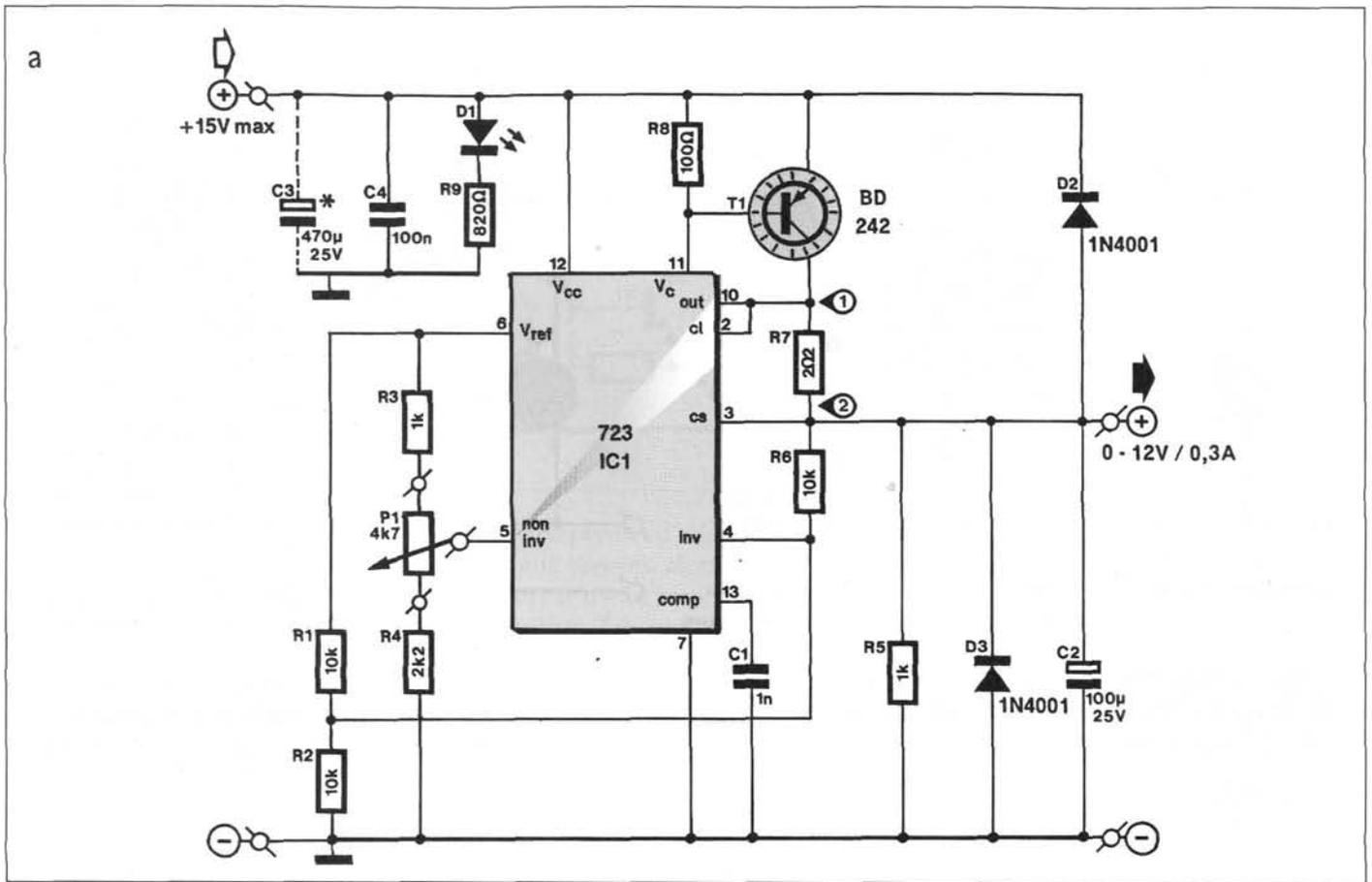
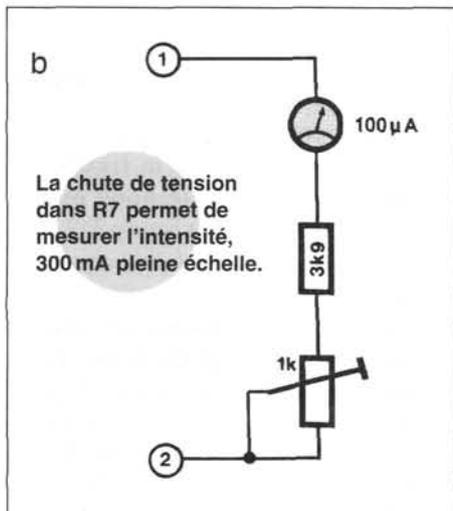


Figure 5 – Le schéma complet de l'alimentation. L'ampèremètre de la figure 5b n'est pas obligatoire. Il est pris en parallèle sur la résistance shunt R7.



Le milliampèremètre de la figure 5b ci-contre indique l'intensité débitée par l'alimentation, dont une image est donnée par la tension aux bornes de R7. C'est pour cette raison que nous avons préféré la faible chute à la très faible chute de tension : dans ce dernier cas, la charge est traversée par le courant d'émetteur de Tb qui contourne R7 et n'est donc pas mesuré. Aussi bien la mesure que la limitation de l'intensité s'en trouveraient faussées. La protection contre les courts-circuits continuerait de fonctionner malgré cela car le courant dans la charge est fourni principalement par le transistor extérieur.

la régulation

Nous avons examiné tous les accessoires de l'alimentation, mais pas l'essentiel : le système de régulation. Il est organisé d'une façon inhabituelle, ce qui ne devrait pas surprendre nos lecteurs. Nous avons prévu une

plage de réglage qui commence à zéro volt. Généralement, cette caractéristique est obtenue avec les régulations flottantes et une tension auxiliaire négative. Comme il n'est pas question de recourir à un deuxième bloc secteur pour fournir la tension négative, nous avons imaginé un système un peu différent. Le résultat n'est pas exactement une tension nulle, mais les 50 mV du prototype peuvent être considérés comme un zéro. La figure 6 représente les composants directement liés à la régulation : R3 et R4 ont été supprimées pour plus de clarté, l'amplificateur d'erreur du circuit intégré, suivi des transistors Ta et Tb. Plutôt que de nous lancer dans des développements théoriques, prenons quelques exemples de calcul de la tension de sortie. Quelle doit être la tension du curseur de P1 pour que la tension de sortie soit nulle ? Si la tension de sortie est nulle, R6 est en parallèle avec R2. Au point nodal du diviseur que forment R1 et R2//R6 (et donc à l'entrée inverseuse de l'amplificateur), la tension est égale à 1/3 de 7,15 V (la tension de référence), soit 2,4 V (1pp).

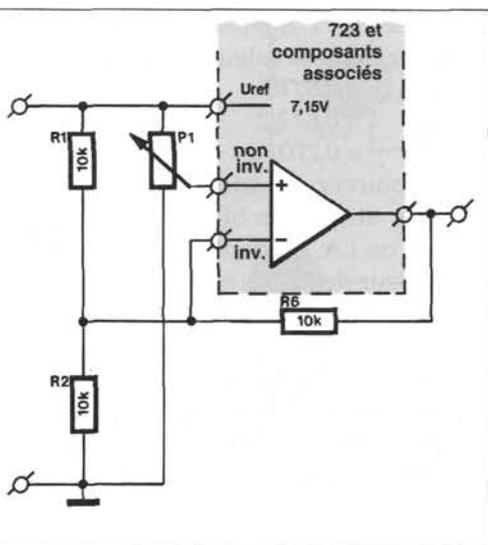


Figure 6 – Le schéma simplifié du principe de régulation.

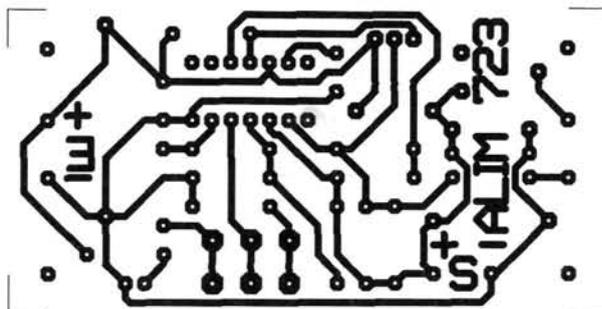
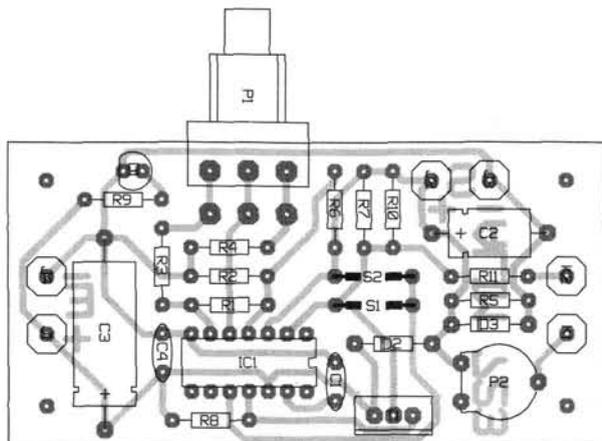
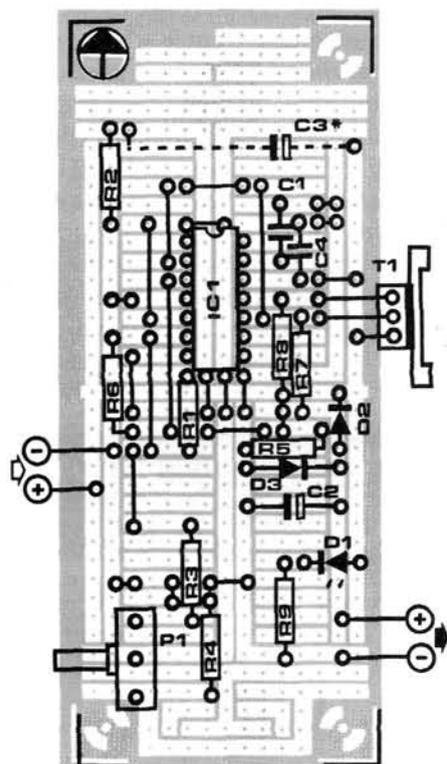


Figure 8 – Le circuit imprimé et l'implantation des composants. La résistance R10 est facultative, elle sert à adapter la valeur du *shunt* de mesure de l'intensité. Les composants accessoires destinés au galvanomètre, R11 et P2, sont logés sur le circuit. Pour obtenir la meilleure régulation possible, il faut garder courts les fils qui iront aux douilles de sortie, ou monter le condensateur C3 directement sur ces douilles. Suivant que vous installerez le pont S1 ou S2, vous réaliserez une alimentation à chute de tension « normale » ou faible, avec une mesure de l'intensité exacte ou approximative.

Figure 7 – L'implantation des composants sur une platine d'expérimentation de format 1.



Comme nous supposons le système en équilibre, et que l'amplificateur opérationnel est en équilibre quand la tension sur ses deux entrées est identique, la tension de l'entrée non-inverseuse, donc celle du curseur de P1, est de 2,4V. Si le curseur est réglé à une tension différente de 2,4V, la tension de sortie de l'amplificateur (du régulateur) augmentera jusqu'à ce que les deux entrées soient au même potentiel. Voilà pour la limite inférieure de la plage de tension.

Comment calculer la tension du curseur pour obtenir 12V en sortie? Replongeons-nous dans les cours d'électricité de la maternelle et consi-

dérons que le courant qui traverse R2 pour retourner à la masse provient de R1 et de R6 (selon la première loi de Kirchhoff). Supposons le problème résolu, et la tension de sortie égale à 12V. Dans ce cas, le point nodal du diviseur R1/R2/R6 est à un potentiel encore inconnu, cependant que le point « supérieur » de R1 est soumis à la tension de référence de 7,15V. Nous pouvons écrire :

$$\begin{aligned} I_{R2} &= I_{R1} + I_{R6} \\ &= E/R2 \\ &= (7,15 - E)/R1 + (12 - E)/R6 \end{aligned}$$

Comme $R1 = R2 = R6 = 10 \text{ k}\Omega$, l'expression se simplifie en :

$$\begin{aligned} E &= 7,15 + 12 - 2E \\ 3E &= 7,15 + 12 \\ E &\approx 6,3 \text{ V} \end{aligned}$$

C'est cette tension de 6,3V qui règne sur l'entrée inverseuse, c'est la même qui doit être appliquée à l'entrée non-inverseuse par le curseur du potentiomètre. Pour faire varier la tension de sortie entre 0 et 12V, il faut donc que la tension du curseur de P1 varie entre 2,4V et 6,3V. Le schéma simplifié de la figure 6 lui permet de varier entre 0 et 7,15V, ce qui est excessif. Le schéma complet fait intervenir deux résistances supplémentaires pour ramener cette plage à la valeur utile, R3 pour la limite supérieure, R4 pour la limite inférieure.

Quelques remarques pour finir : la LED D1, protégée par R9, indique que l'alimentation est sous tension. Le condensateur C3, de 470 μF , n'est

- R1,R2,R6 = 10 k Ω
- R3,R5 = 1 k Ω
- R4 = 2,2 k Ω
- R7 = 2,2 Ω
- R8 = 100 Ω
- R9 = 820 Ω
- P1 = 4,7 k Ω pot. linéaire

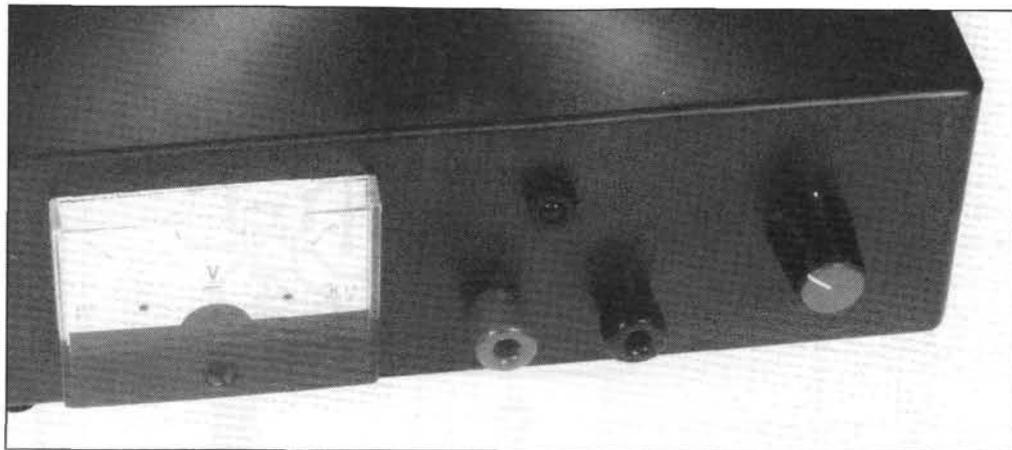
- C1 = 1 nF
- C2 = 100 $\mu\text{F}/25 \text{ V}$
- C3 = 470 $\mu\text{F}/25 \text{ V}$
- C4 = 100 nF

- D1 = LED verte
- D2,D3 = 1N4001
- T1 = BD242
- IC1 = 723

- 1 radiateur pour T1 (p. ex. SK09)
- 1 bloc secteur 12 à 15 V/300 mA CC
- platine d'expérimentation de format 1

nécessaire que si celui du bloc secteur est insuffisant (de capacité inférieure à 470 μF). Vous porterez sa valeur à 1000 μF si vous adaptez par ailleurs votre alimentation à un courant de sortie de 1A. Le condensateur C2 est un tampon qui répond rapidement aux appels de courant de la charge. Les diodes D2 et D3 protègent l'ensemble du montage contre les inversions de polarité dans le cas où vous connectez par exemple un accumulateur à recharger avant que l'alimentation soit sous tension, ou encore si quelqu'un d'autre (ça ne peut pas vous arriver, à vous) raccorderait un accumulateur à l'envers.

La résistance R5 est une charge minimale sans laquelle la tension de sortie pourrait monter notablement (1 à 2V) au-dessus de la consigne en l'absence de charge ou si la charge présente (comme un voltmètre numérique) une impédance très élevée. Le condensateur C1 empêche l'amplificateur d'entrer en oscillation.



la construction

Commencez par équiper, au choix, la platine d'expérimentation de format 1 ou le circuit imprimé de la **figure 8**. Suivant la disposition que vous prévoyez pour le transistor *ballast* et le radiateur, il faudra plier les broches avant de les souder. La photo donne une idée du résultat à obtenir: le radiateur doit se trouver en dehors de la platine s'il est monté horizontalement. Le potentiomètre P1 sera monté avec l'axe parallèle à la platine; il peut éventuellement être raccordé par trois fils, s'ils ne sont pas trop longs. N'inversez surtout pas la polarité de la tension d'entrée car le montage n'a

pas de protection de ce côté-là ! La sortie se fera sur deux douilles bananes au minimum; en effet il est intéressant de pouvoir connecter deux montages à la sortie de l'alimentation, ou un voltmètre en plus du montage à l'essai. Il serait astucieux de monter deux douilles supplémentaires de 2 mm, c'est l'idéal pour recevoir les pointes de touche du voltmètre au moment du réglage précis de la tension.

Si vous optez pour la platine d'expérimentation, vous raccorderez le milliampèremètre par deux fils en parallèle sur R7, et les composants

accessoires (la résistance de 3,9 k Ω et le potentiomètre) en l'air sur les cosses du galvanomètre.

Tout réglage est inutile. Il suffit de reporter autour du bouton de commande un échelle en volts, en mesurant la tension de sortie au multimètre. Vous constaterez que la graduation est parfaitement linéaire. Pour le réglage du potentiomètre de mesure de l'intensité, connectez une charge en série avec un ampèremètre et faites concorder les deux indications, 300 mA ou 1 A pleine échelle. C'est tout.

la version à très faible chute de tension

Si vous préférez la version à très faible chute de tension, suivant le schéma de la figure 4, vous déplacerez le pont du circuit imprimé, ou bien (dans le cas de la platine d'expérimentation) vous plierez à l'horizontale la broche 10 du circuit intégré avant de le mettre en place dans son support. Vous soudez à cette broche un fil qui viendra se loger dans un trou de la piste reliée à la broche 3. Vérifiez votre travail à l'ohmmètre avant la mise sous tension.

87683

À GENÈVE

Loisirs électroniques

Servette  LESA S.A.

composants, instruments, outillage, kits

13, rue de la Servette - CH-1201 GENEVE

Tél. 022/734 29 30 - Fax 022/733 10 41

PRINTS ELEKTOR EPS - LIVRES
SOFTWARE ESS - REVUES - CASSETTES DE
RANGEMENT - JEUX DE COMPOSANTS

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES - HP VISATON
KITS VELLEMAN OUTILLAGE - MESURE -
LITTÉRATURE - CB - RÉCEPTEURS

URS MEYER ELECTRONIC SA

Avenue Robert 12

CH - 2052 FONTAINEMELON

Tél : 038 / 53 43 43

**URS MEYER
ELECTRONIC**

BERIC 1992



(1) 46.57.68.33

Télécopiez-nous
24 h/24
au (1) 46.57.27.40



Ecrivez-nous
BERIC - BP 4
92241 MALAKOFF
CEDEX



43, Rue Victor Hugo
92240 MALAKOFF

Ouvert toute l'année
du mardi au vendredi
de 9 h 00 à 12 h 30
14 h 00 à 19 h 00

Samedi
de 8 h 00 à 12 h 30
14 h 00 à 17 h 30

SVE ELECTRONIC
LE SERVICE N°1

TOUS VOS COMPOSANTS
11000 PRODUITS EN STOCK

ACTIFS, PASSIFS PRODUITS FINIS
MESURE HAUT-PARLEURS
LIBRAIRIE HIFI SONO
COFFRETS CONNECTIQUE

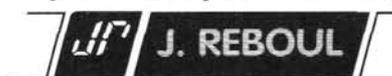
LYON 3

60 Crs DE LA LIBERTE

78.71.75.66

FAX 78.95.12.18

Composants électroniques/Micro-Informatique

 **J. REBOUL**

PLACE DU MARCHÉ (29 RUE DE BOUCHERIES)

25000 BESANÇON/FRANCE

TÉL : 81.81.02.19

FAX : 81.82.16.79

MAGASIN INDUSTRIE : 72, RUE TRÉPILLOT

BP 1525 BESANÇON

TÉL : 81.50.14.85 FAX : 81.53.28.00





Composants électroniques
Dépositaire de grandes marques
Professionnel et grand public
RADIO - TÉLÉVISION - VIDÉO - INFORMATIQUE

B.H. ELECTRONIQUE

164 à 166 av. Ar. Briand - 92220 BAGNEUX
Tél. (1) 46 64 21 59 • Fax (1) 45 36 07 08

SPÉCIALISTE DES COMPOSANTS JAPONAIS

plus de 20 ans à votre service

HB Composants

*Votre spécialiste en composants,
appareil de mesure, outillage, accessoires,
kits, librairie technique*

HB Composants

7 bis, Rue du Dr Morere
91120 PALAISEAU

Tél. : 69 31 20 37 - Fax : 60 14 44 65

Horaires : du Lundi au Samedi de 10 h à 13 h
et de 14 h 30 à 19 h

**We did it again
SCHEMA III**

pour les utilisateurs de Layo 1, voici notre dernier-né :
Le célèbre logiciel américain de saisie de schémas
(120 000 utilisateurs professionnels aux USA...)
Version limitée 2 000 lignes de données et 2 600 des 30 000
symboles disponibles pour 271,50 F HT (Manuel/tutorial en
français : 189,71 F HT). Netliste au format LAYO.

Et ça continue

En raison de vos réactions massivement enthousiastes,
nous maintenons notre offre

Fête 80 %

Information sur cette offre

Minitel : 3617 LAYO Rubrique LOGI

LAYO FRANCE

Château de Garamache - Vallée de Sauvebonne
83400 HYÈRES

Tél. : 94.28.22.59 - Fax : 94.48.22.16
Minitel 3614 Layo France

archie composants

SAINT-SARDOS

82600 VERDUN SUR GARONNE

Tél : 63 64 46 91 Fax: 63 64 38 39

Spécialisé vente par correspondance
Qualité + Prix+Rapidité

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Liste de tous nos prix et promotions contre une
enveloppe timbrée à 4 FR, avec votre adresse

ST QUENTIN RADIO

6, rue de St Quentin

75010 PARIS

Tél. : (1) 40 37 70 74

Fax : (1) 40 37 70 91

.....

COMPOSANTS ACTIFS - PASSIFS

.....

**Catalogue 30 F par correspondance
15 F au comptoir**

ELECTRON SHOP

20-23, Avenue De La République
CLERMONT-FERRAND

Tél. : 73 92 73 11

Portable pro 200	550,00 FTTC
Président Wilson	990,00 FTTC
Président Herbert	1250,00 FTTC
Portable Alan 80	1250,00 FTTC
Base Benjamin 120 CX à l'export	2400,00 FTTC
Dirland 77099	430,00 FTTC
Sirtel S90 MAG	295,00 FTTC

LES CARRÉS D'ADRESSES

COMPOSANTS ▲ OUTILLAGE ▲ CATALOGUES ▲ KITS ▲ MATÉRIEL

SPESYS

42800 Tartaras

Nouveau catalogue

KITS ET COMPOSANTS

Expédition Immédiate
contre 5 F. en timbres

Téléphone : 77 75 80 56

à **BESANÇON**

16, rue de
Pontarlier
Tél 81 83 25 52
Fax 81 82 08 97

µP microprocessor

Composants
CI - kits
Aérosols
HP etc

*Venez graver vos CI en 15 mn !
Un LABOTEC est à votre disposition !*

COMPOSIUM

CHOLET ELECTRONIC	MORLAIX
6, rue Nantaise	16, rue Gambetta
Tél : 41.58.63.64	Tél : 98.88.60.53
VANNES	QUIMPER
35, rue De La Fontaine	33, rue Réguaires
Tél : 97.47.46.35	Tél : 98.95.23.48
Fax : 97.47.55.46	Fax : 98.95.91.29

**4 SPÉCIALISTES PRETS À SE METTRE
EN 4 POUR VOUS SERVIR
GRAND PUBLIC AU PROFESSIONNEL.**

T.S.M.E. Z.A. DES GROSSINES
17320 MARENNES
TÉL. : 46 85 37 60
FAX : 46 85 20 02

VENTE COMPTOIR ET
CORRESPONDANCE

KITS ELECTRONIQUES TSM
COMPOSANTS ACTIFS/PASSIFS
MESURES - LIBRAIRIE
OUTILLAGE - PRODUIT CIF
CATALOGUE 148 PAGES
CONTRE
30,00 F EN CHÈQUE

EURO-COMPOSANTS

4, route Nationale - B.P. 13
08110 BLAGNY

tél. 24 27 93 42 - fax 24 27 93 50

KITS
COMPOSANTS
CAPTEURS
MESURE
OUTILLAGE
ACCESSOIRES

**Spécialistes de la vente par correspondance
Liste de nos promotions sur simple demande
CATALOGUE 1992 CONTRE 40 F**

COMPOSANTS DIFFUSION
12, rue Tondui de l'Escarène
06000 NICE
Tél. : 93.85.83.78 - Fax : 93.85.83.89

**KITS - COMPOSANTS - OPTO
CAPTEURS - RELAIS - CONNECTIQUE
COFFRETS - SONO - ALARMES
OUTILLAGE - MESURE - ETC...**

PROMOTIONS PERMANENTES

Liste contre enveloppe timbrée à 4,00 F
avec votre nom

la doc ad hoc

le régulateur de tension de précision 723

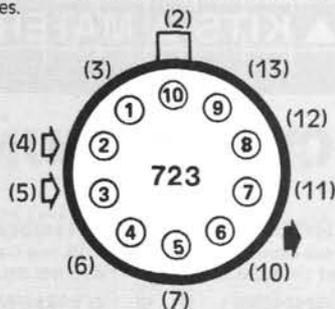
Apparu longtemps avant la série des régulateurs tripolaires, le 723 est moins facile à utiliser qu'eux mais garde sa supériorité quant à la précision de régulation. Comme les différentes fonctions sont accessibles (il faut bien que les broches supplémentaires servent à quelque chose), tous les modes d'utilisation sont possibles.

- 1 : NC
- 2 : limitation d'intensité
- 3 : mesure d'intensité
- 4 : entrée inverseuse
- 5 : entrée non-inverseuse
- 6 : U_{ref} .
- 7 : $-U$
- 8 : NC
- 9 : U_z
- 10 : sortie
- 11 : U_C
- 12 : $+U$
- 13 : compensation en fréquence
- 14 : NC



Les types de circuits intégrés sont devenus tellement nombreux qu'il est impossible de les connaître tous. Les différentes familles comprennent des anciens blanchis sous le harnois, aussi bien que des nouveaux-nés qui veulent tout renverser. Parmi les anciens, le 723 occupe une place de choix depuis une vingtaine d'années. C'est un âge respectable pour un circuit intégré, mais qui ne le destine pas encore à la ferraille. Au contraire: ses excellentes caractéristiques le maintiennent au rang des standards.

Seules les sorties du boîtier plastique dont les numéros sont indiqués ci-dessous entre parenthèses apparaissent sur le boîtier métallique. Celui-ci est prévu pour des plages de température d'utilisation supérieures.



l'intérieur...

Le 723 fonctionne, comme la plupart des régulateurs de tension, suivant le principe de la régulation en boucle fermée: la tension de sortie à réguler est comparée à une tension de référence. Si la valeur réelle de la tension de sortie vient à s'écarter de la tension de consigne, l'écart est compensé par un circuit de commande. La figure 1 montre les différents organes nécessaires à ce fonctionnement, regroupés dans le circuit intégré. À gauche du rectangle pointillé,

on trouve la tension de référence, ensuite les différents organes de régulation. La tension de référence est fournie par une diode zener compensée en température alimentée par un courant constant. Le tampon évite que la charge connectée en sortie influe sur la tension de référence. La boucle de régulation (elle doit être fermée par un circuit extérieur) comporte un amplificateur d'erreur et un transistor, qui constitue le circuit de commande évoqué plus haut. Le circuit comporte, en plus, un transistor de limitation d'intensité et (seulement dans le boîtier DIL à 14 broches) une diode zener supplémentaire.

...et l'extérieur

Laissons toute la quincaillerie de la figure 1 dans la « boîte noire » de la figure 2. Cela permet de comprendre d'un coup d'œil comment fonctionne le régulateur. La tension de référence disponible à la broche 6 est divisée par le réseau R1/R2 pour être appliquée à l'entrée non-inverseuse (broche 5) de l'amplificateur d'erreur. Le condensateur électrochimique C1 améliore encore l'immunité (déjà excellente) du circuit aux bruits et aux ronflements. L'entrée inverseuse (broche 4) voit à travers R3 la tension de sortie. L'amplificateur d'erreur compare les deux tensions et pilote le transistor de sortie de façon à compenser tout écart de tension. Pour éviter les oscillations que provoquerait une sur-compensation, le réseau R5/C2 applique une contre-réaction locale au transistor de sortie.

Il reste à limiter l'intensité du courant de sortie: il sort par la broche 10 et arrive à la sortie par la résistance R4. Le passage d'un courant à travers une résistance ne manque pas d'y provoquer une chute de tension; cette chute de tension est exploitée pour mettre en conduction le transistor (interne) connecté en parallèle. Si la tension aux bornes de R4 atteint le seuil de conduction, le transistor de

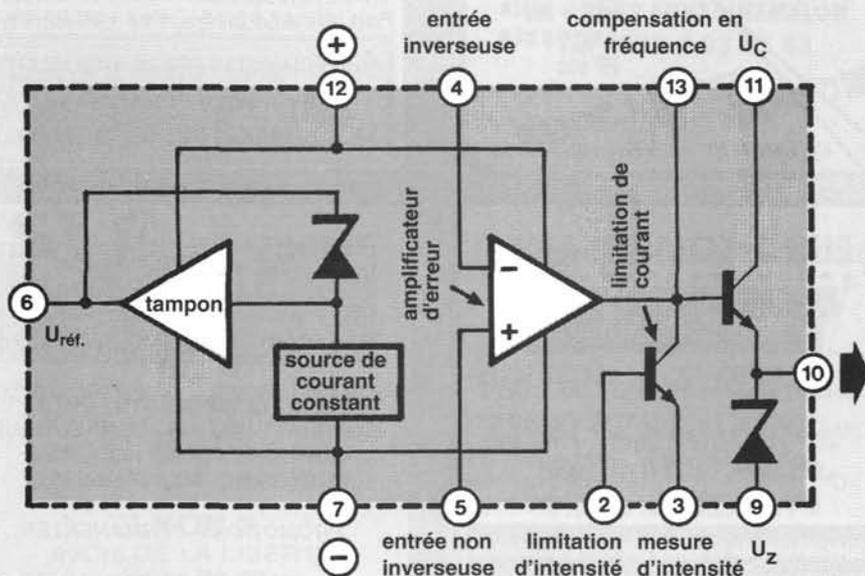


Figure 1 - Le 723 renferme tous les organes nécessaires à une régulation de haute précision de la tension.

Tension d'entrée	9,5 à 40 V
Tension de sortie	2 à 37 V
Différence de tension entrée-sortie	3 à 38 V
Courant de sortie	max. 200 mA
Tension de référence	7,15 V ±5%
Courant U _{REF}	max. 15 mA
Tension de zener U _z	6,2 V ±5%
Courant de zener	max. 25 mA
Ondulation (C1 = 5 µF)	max. 86 dB
Dérive en température de la tension de référence	max. 0,015%/K
Dissipation totale	max. 900 mW

limitation détourne le courant de base du transistor de sortie, ce qui interdit toute augmentation de l'intensité. Comme la tension de référence est fixée à 7,15 V, il faut un dispositif particulier pour obtenir des tensions de sortie supérieures ou inférieures à cette valeur. Cela ne change rien au mode de fonctionnement du 723 : la seule différence entre la figure 2 et la figure 3 est que cette fois, c'est la tension de sortie, au lieu de la tension de référence, qui est divisée par R1 et R2.

La figure 4, enfin, montre comment rehausser la limite de l'intensité de sortie, au moyen d'un transistor de puissance extérieur. Le 2N3055 (un BD241 suffit jusqu'à 1 A) fonctionne simplement en émetteur-suiveur. Naturellement, le transistor extérieur doit être suffisamment refroidi : la puissance dissipée en chaleur est égale au produit de l'intensité débitée par la différence de tension entre l'entrée et la sortie.

Une foule d'autres configurations sont réalisables, comme des régulateurs de tension négative, des régulations flottantes, des régulateurs à découpage... Les notes d'application des fabricants continuent d'en proposer, malgré les nouveaux circuits spécialisés. 86642

• Fig. 2 (2 à 7 V) :	$U_{\text{sortie}} = U_{\text{ref}} \times \frac{R2}{R1 + R2}$
• Fig. 3 (7 à 37 V) :	$U_{\text{sortie}} = U_{\text{ref}} \times \frac{R1 + R2}{R2}$ avec $U_{\text{ref}} = 7,15 \text{ V}$
• Limitation de courant :	$R4 = 0,7 \text{ V} / I_{\text{MAX}}$
• Dérive en température :	minimale si $R3 = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$

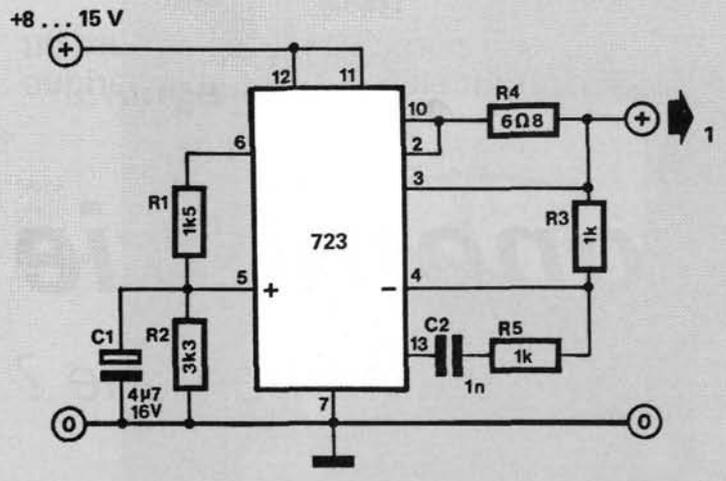


Figure 2 – Ce montage permet d'obtenir des tensions de sortie comprises entre +2V et +7V. Les valeurs de R1 et R2, telles qu'elles sont indiquées sur le schéma, donnent une tension de 5V.

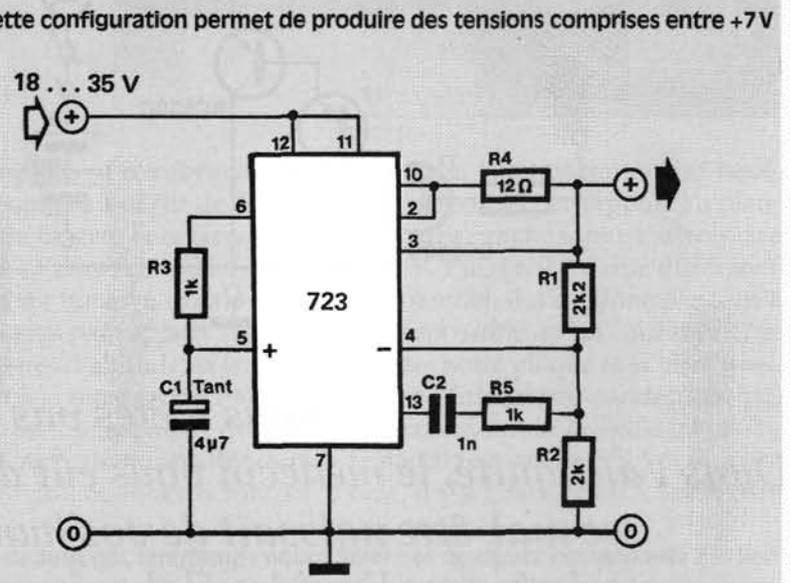


Figure 3 – Cette configuration permet de produire des tensions comprises entre +7V et +35V.

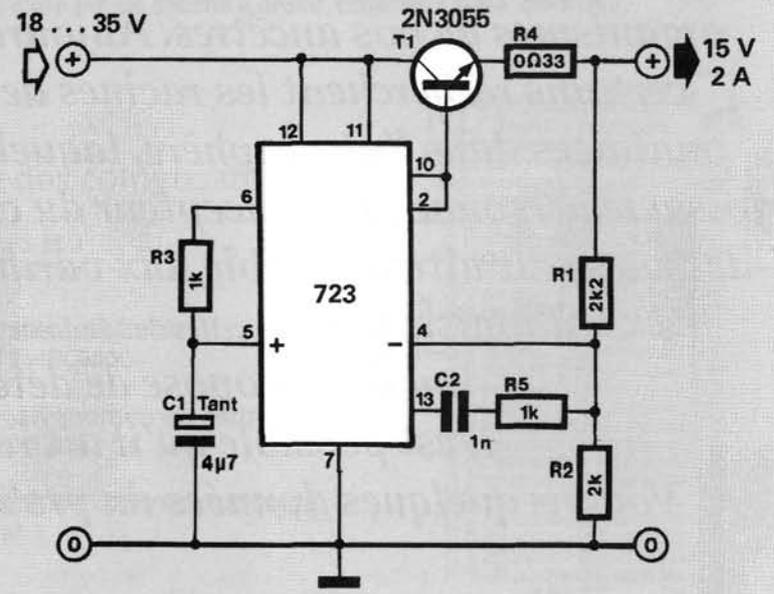
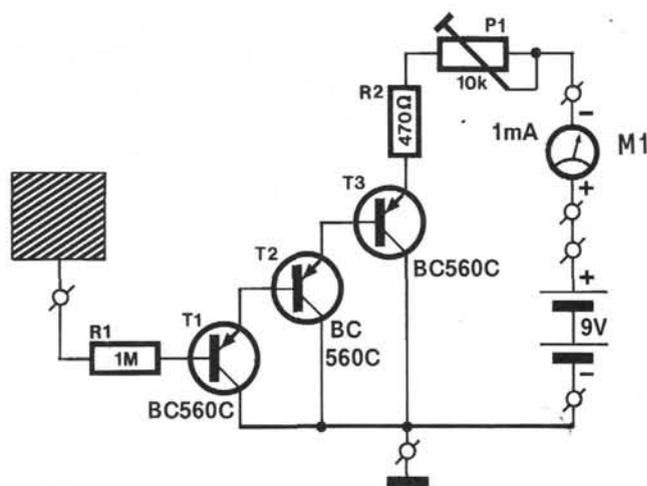


Figure 4 – L'intensité maximale débitée par le 723 est de 200 mA. Il suffit d'un transistor extérieur pour porter cette limite à plusieurs ampères.

dispositif permettant une mesure du courant électrique atmosphérique

ionométrie

ou ionomenterie ?



Un gaz où se mêlent des molécules, leurs ions et les électrons qui leur ont été arrachés, s'appelle un plasma. À 60 km au-dessus de nos têtes la proportion des molécules de gaz atmosphériques ionisées à la suite des chocs dus aux électrons rapides, aux photons ultraviolets et X provenant du cosmos (soleil inclus) est assez élevée pour qu'on appelle cette région ionosphère. Elle a son intérêt, puisqu'elle réfléchit les ondes électromagnétiques (si leur fréquence est inférieure à 10 MHz²) et permet par exemple à Marconi, malgré la rotondité de la terre, de recevoir à Terre-Neuve des signaux radio émis de Cornouailles. Vivons-nous dans un plasma dont le circuit de mesure que

Figure 1 - La surface hachurée est une plaque de métal dont le rôle est de détecter un courant électrique amplifié à trois reprises par une sorte de darlington et demi. L'intensité de ce courant est fonction de la surface de la plaque, très petit, de l'ordre du picoampère par mètre carré (micro de microampère, un millionième de millionième d'ampère par mètre carré).

*Vous n'êtes pas bien ?
Dans l'antiquité, le médecin vous eût dit que
ce mal-être naissait de vos humeurs,
substances liquides élaborées par les
organismes de nos ancêtres. Aujourd'hui,
certains recherchent les racines de leurs
malaises dans l'atmosphère, laquelle est
parfois une personne¹. Le concepteur du circuit
ci-dessus se dit ultra-sensible aux variations
d'ionisation (pas celles de Madame Arletty)
qu'il se propose de détecter :
il est possible qu'il ait raison.
Voyons quelques données du problème.*

nous allons décrire donnerait une idée de l'ionisation ? C'est à voir. Commençons par le fabriquer. Nous essaierons ensuite de comprendre à quels phénomènes il donne accès. Souhaitons que cela vous mette de bonne humeur.

électronique

Le circuit de mesure est extrêmement simple, comme vous le voyez sur la figure 1. Il est essentiellement constitué d'une sonde, de trois transistors et d'un galvanomètre à cadre mobile. La sonde est une plaque de métal (surface grisée) reliée à la base d'un PNP, T1. Si elle est à un potentiel assez négatif par rapport à son émetteur, ce transistor conduit. Comme cet émetteur est relié à la base de T2, la conduction du premier entraîne celle du second, qui provoque celle de T3 par la même occasion. Le

(1) « Mon atmosphère, c'est toi ! » entendit-on dire dans un certain Hôtel du Nord par un type qui n'était pas du milieu.

(2) Voir aussi ELEX numéro 44, page 12.

courant d'émetteur de T3 est à peu de chose près (le courant de base est relativement très petit) égal à son courant de collecteur, donc à son courant de base multiplié par le gain de ce transistor, lui-même égal au courant de base de T2 multiplié par son gain... Vous connaissez la suite. Le courant qui traverse R2 est donc théoriquement égal au courant de base de T1 multiplié par le cube du facteur d'amplification d'un BC 560, transistor choisi pour T1, T2 et T3. Ce courant traverse P1 et le galvanomètre M1, qui donne ainsi une indication proportionnelle au courant circulant dans la sonde. Comment se peut-il qu'un courant circule ainsi dans une plaque de métal "en l'air" ? Nous le verrons plus loin, pour l'instant, terminons la fabrication du circuit.

construction et réglage

Le BC 560 est un transistor à faible bruit, c'est pourquoi nous l'avons choisi. Nous avons d'autre part choisi le BC 560C parce que son gain (compris entre 400 et 450 pour un courant de collecteur de 1 mA et un courant émetteur-collecteur de 5 V) est supérieur à celui de ses compères BC 560A et B, ce qui est important ici. La sonde et le galvanomètre, extérieurs à la platine, doivent y être raccordés par des fils aussi courts que possible. Vous ajusterez bien sûr P1 en fonction du courant obtenu. Une pile de 9 V assure l'alimentation de l'amplificateur. Si vous ne disposez pas d'un galvanomètre à cadre mobile de calibre 1 mA (résistance 200 Ω) et que vous vouliez quand même tenter l'expérience, remplacez-le pour vos essais par un pont de câblage et prenez la tension au multimètre aux bornes de R2. Il va de soi que la sonde n'est pas tenue par l'opérateur pendant la manipulation.

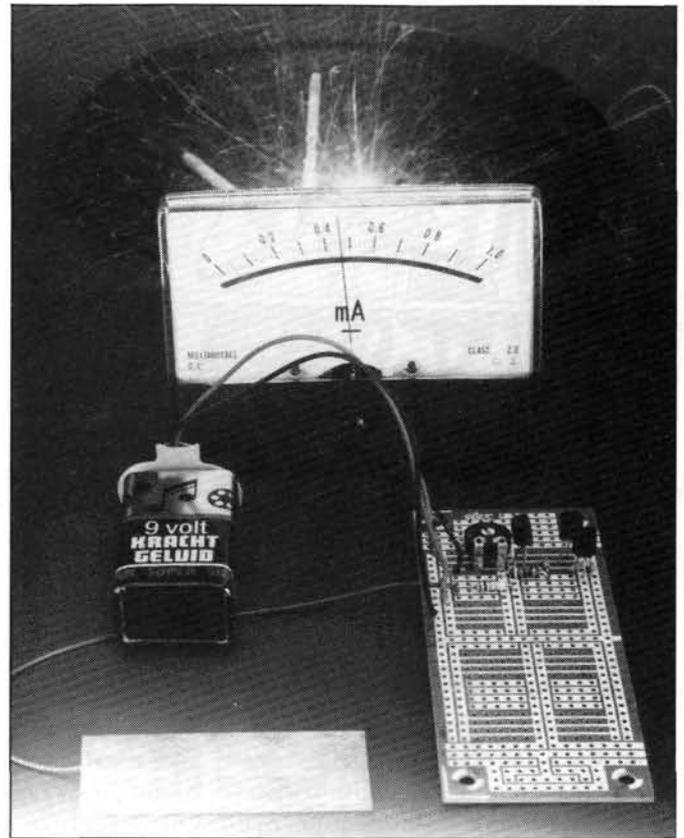
interprétation possible

Nous sortons ici du champ des préoccupations habituelles d'ELEX qui ne prétend pas détenir toute la vérité (il n'y a pas de dogme d'infaillibilité élexéenne). Nous savons (parce qu'on nous l'a dit) qu'il existe un champ électrique vertical dans l'air

(voir le complément d'information), entre l'ionosphère à partir de 50 km au-dessus de la terre et la terre elle-même. Ce champ est, dans des conditions de mesure idéales, de 100 V/m positif par rapport à la terre. À dix mètres d'altitude, la tension par rapport à la terre est de 1000 V : si vous êtes suspendu depuis quelques temps (le temps de vous charger à ce potentiel) à dix mètres

du sol, en étant parfaitement isolé, votre potentiel par rapport au plancher des vaches peut atteindre 1000 V. Puisqu'il y a une différence de potentiel, il n'est donc pas tout à fait impossible qu'un courant circule entre notre plaque et la terre (courant de fuite de ce condensateur), d'autant moins impossible que notre appareil le mesure. S'il y a un courant, il y a une conduction, c'est-à-dire

Figure 2 - Il ne faut pas longtemps pour câbler ces quelques composants qui permettent de détecter un courant très petit. Le brochage du BC 560, lorsque vous regardez sa face plate est, de gauche à droite, collecteur, base, émetteur.



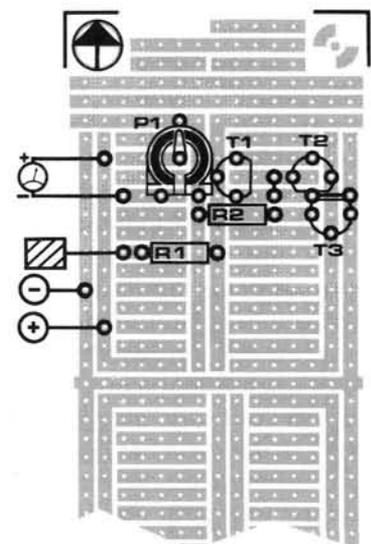
liste des composants

R1 = 1 MΩ
R2 = 470 Ω

P1 = 10 kΩ, ajustable
T1 à T3 = BC560C

M1 = galvanomètre à cadre mobile
calibre 1 mA

1 platine d'expérimentation de
format 1





déplacement de charges électriques. Donc il y a des charges. Quelles sont-elles ? Il y en a de plusieurs sortes : des ions, atomes ou molécules privés d'un ou plusieurs électrons (donc positifs) dont la proportion augmente avec l'altitude ; les mêmes, moins nombreux, ayant gagné un ou des électrons (donc négatifs). La découverte de ces ions a d'ailleurs amené celle des rayons cosmiques qui en sont la cause (ce sont eux qui, en bombardant continuellement les atomes ou les molécules de la haute atmosphère, les privent temporairement de quelques électrons). D'autres, appelés "ions de Langevin", minuscules "poussières" (d'environ $\frac{1}{10}$ micron, on les appelle aérosols), flottent dans l'air et captent la charge des petits ions qui les rencontrent pour donner de "gros ions". Les petits ions sont très rapides et augmentent la conductibilité de l'air (la conductibilité de l'air est proportionnelle à la concentration des charges qu'il transporte et à leur vitesse). Les gros, les aérosols chargés, sont beaucoup plus lents et la diminuent (il ne faut pas beaucoup de poids lourds sur la route pour freiner le mouvement surtout si, comme ici, les véhicules rapides s'agglutinent à eux³). Comme ceux-ci sont des "saletés", des particules issues de la fumée de cigarette par exemple ou de toute autre "pollution" (qui peut être le pollen

(3) Et ce n'est pas pour ça qu'on les appelle des cam-ions.

des fleurs), il y a une relation certaine entre la conductibilité de l'air et la qualité des charges qu'il transporte. Il ne faut cependant pas oublier qu'il existe aussi une certaine relation entre l'ionisation de l'atmosphère et la proximité d'une source radioactive, puisque les radiations qu'elle émet sont

ionisantes : une conductibilité excessive n'est donc peut-être pas à souhaiter, si sa cause est de cette sorte. Que conclure : qu'en l'absence de source radioactive, la conductibilité de l'air augmente avec sa "propreté" et qu'un air propre conduit mieux qu'un air chargé en aérosols. Une expérience facile, que pourrez interpréter à la lumière de ce que nous avons dit, est ici possible : faites couler une douche et mesurez la conductibilité de l'air à sa proximité (pas sous la douche). Faites aussi des mesures (sous abri) un jour de pluie ou d'orage ou quand "ça sent" la neige ; dans une atmosphère enfumée avant et après avoir allumé une bougie... Pour le reste, l'ion ne vous en dira rien faute de disposer de données sérieuses, sinon que l'appareil décrit ici, s'il n'est pas tout à fait un ionomètre, semble bien permettre de mesurer un courant atmosphérique, dont l'intensité dépend aussi de la concentration en ions et de leur taille. Bénéfiques ou maléfiques, sains ou malsains ? Le protocole expérimental qui permettrait d'en juger n'est certainement pas facile à mettre sur pieds (l'ionisation de l'air à bord d'un satellite a-t-elle par exemple une influence sur "l'humeur" ou le bien-être de ses occupants). Mais si chez vous l'atmosphère est quelquefois orageuse, ayez le réflexe de mettre le circuit sous tension ; en dérivant une partie de votre énergie, il aura peut-être pour effet de ramener le calme à la maison (vous pouvez aussi vous

rendre au numéro 35 d'ELEX, page 36).

fantaisie

Certains d'entre vous seront peut-être tentés de mener une contre-expérience, ce dont nous ne les dissuaderons pas, puisque tout est permis, même de se tromper. Ils peuvent, par exemple, faire des essais avec le transistor NPN complémentaire du BC 560C, le BC 550C. Qu'ils n'oublient pas alors de dessiner le schéma complémentaire avant d'opérer, ça leur évitera des erreurs de manipulation : dans ce cas, bien sûr, les collecteurs des transistors ne sont pas reliés au pôle (-) mais au pôle (+) de la pile.

complément d'information

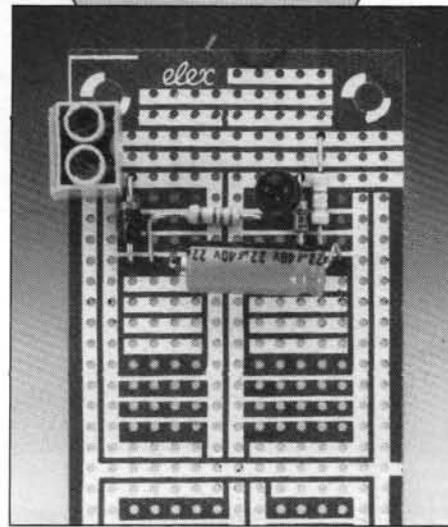
Le courant électrique total qui atteint la surface de la terre à chaque instant est pratiquement constant et égal à 1800 A. Ce courant apporte des charges positives à la terre. La tension aux bornes du générateur de ce courant est estimée à 360 kV : ça donne une puissance de près de 700 mégawatts (à vous de calculer la résistance du conducteur, sans perdre de vue ses dimensions*). De forts courants de sens contraire circulent cependant de la surface de la terre et la maintiennent chargée négativement. Ces courants, qui apportent des charges négatives à la terre, vous les connaissez : ce sont ceux de la foudre. D'après Le cours de physique de Feynman, Électromagnétisme 1 page 146 et suivantes, 1979 InterÉditions Paris et Atmospheric Electricity de J. Alan Chalmers, seconde édition, Pergamon Press NY 1967.

87691

(*) Ses dimensions, comparées aux vôtres, pour vous rassurer : même si vous n'êtes pas à la masse, à la terre pour être précis, vous n'avez rien à craindre, en dehors des orages !

led clignotante sous 220 V

L'interrupteur qui permet de faire disparaître l'obscurité s'y perd souvent. Il faut parfois tâter la moitié du mur avant de mettre le doigt dessus. Pour peu que l'on soit ivre de sommeil* ou dans une pièce que l'on ne connaît pas, le maudit bouton reste introuvable. On éviterait cette mésaventure si une petite lampe en signalait l'emplacement.



point lumineux dans l'obscurité

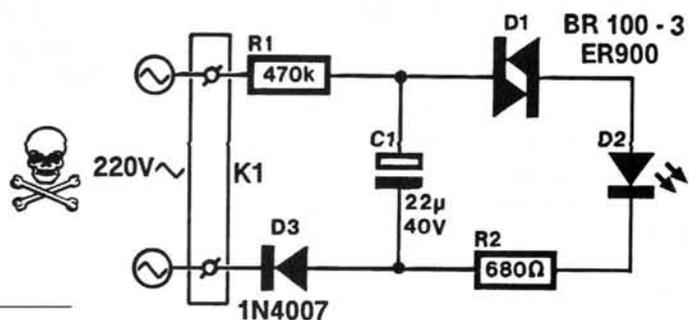
étrange diode

Le problème ainsi posé n'est pas pour autant résolu puisque une telle lampe doit satisfaire deux exigences : comme elle reste allumée nuit et jour, sa consommation sera minime ; elle ne doit pas trop éclairer, pour ne pas perturber le sommeil de ceux qu'elle veille, si elle est par exemple installée dans une chambre à coucher. Une LED répond à toutes ces conditions. Si en plus elle clignote, sa consommation sera encore réduite et son repérage plus facile : un clignotant attire plus facilement l'attention qu'un objet qui éclaire continûment.

Le nombre de composants nécessaires à la fabrication d'un tel circuit n'est pas excessif, six en tout, comme vous le constatez sur la **figure 1**. L'un d'entre eux retient plus particulièrement l'attention : il est un peu étrange et c'est lui qui commande la manœuvre. Nous voulons parler de D1, un DIAC. C'est une sorte de double diode, comme le dit son nom (*Diode Alternating Current* qu'on appelle aussi *bilateral trigger diode*), ou de transistor symétrique, comme le montrerait sa constitution (NPN ou PNP) à deux jonctions identiques. On peut aussi le comparer

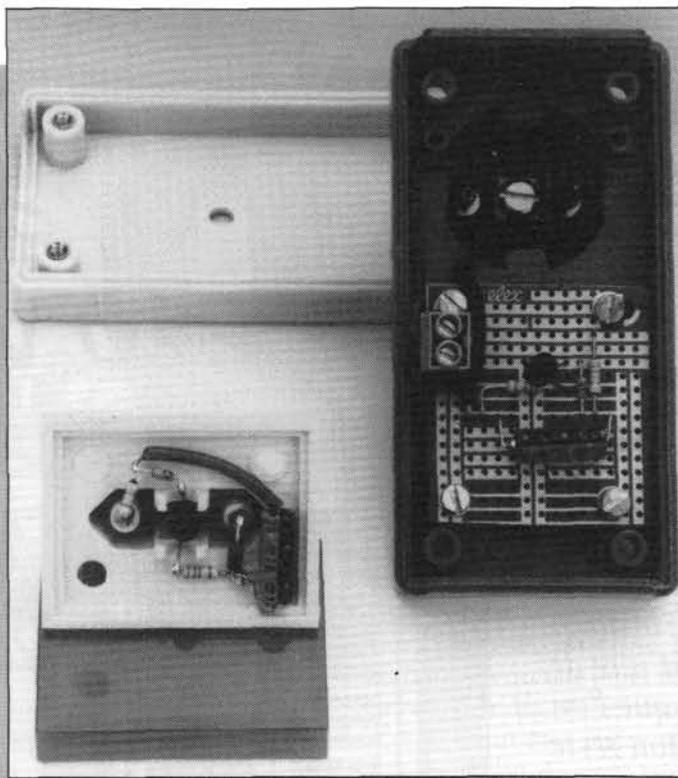
à un interrupteur ne laissant passer le courant que lorsque la tension entre ses contacts dépasse une certaine valeur. Cette valeur, la tension de déclenchement, peut être de 32 V (le plus souvent), 40 V ou 60 V suivant les DIACS, qui restent conducteurs une fois que l'avalanche est déclenchée. Si l'avalanche cesse, c'est-à-dire lorsque le courant descend au-dessous d'un seuil, dit courant de maintien, "l'interrupteur" s'ouvre. C'est un peu comme une porte battante dans le couloir d'un train : le premier voyageur à la franchir doit mobiliser ses forces pour

Figure 1 – Le composant bizarre noté D1 est une sorte de diode double ou de transistor dont les deux jonctions seraient symétriques : un DIAC.



*Dans le meilleur des cas, voir Théodore chercher des allumettes du cher Courteline.

diac et led



elex-abc

diac

Un DIAC est un semiconducteur à avalanche contrôlée qui ne conduit que lorsque la tension à ses bornes dépasse une certaine valeur, dite tension de déclenchement (environ 30 V pour les plus courants). Le DIAC ne conduit que si le courant reste supérieur à un seuil dit courant de maintien.

LED

Une Light Emitting Diode, en français, diode électroluminescente, est une diode enfermée dans une capsule transparente, qui émet de la lumière lorsqu'elle est passante. Cette lumière peut être orange, rouge, jaune ou verte suivant le type (les diodes bleues sont assez peu répandues). L'émission n'a lieu que si l'intensité du courant qui traverse la LED est suffisante. Cette intensité, comprise entre 15 mA et 25 mA, peut descendre à 3 mA pour certaines fabrications spéciales. Une LED éclaire beaucoup moins qu'une lampe à incandescence mais sa durée de vie est beaucoup plus grande. Il faut noter que sa tenue en tension inverse est beaucoup plus faible que celle des diodes ordinaires.

l'ouvrir et si les suivants (ou leurs bagages) sont assez proches les uns des autres, la porte reste ouverte ; si leur flux cesse elle se ferme. Comme ces portes s'ouvrent dans les deux sens, la comparaison est presque parfaite. Un DIAC est le plus souvent utilisé pour commander la gâchette d'un thyristor ou d'un triac, dont nous n'avons rien à faire ici puisque la charge est très petite. Voyons comment il fonctionne.

Nous câblons donc notre DIAC en série avec une petite lampe et nous connectons l'ensemble à une source de tension continue que nous nous réservons le droit de faire varier. Comme prévu, tant que la tension n'est pas assez élevée, rien ne se passe et la lampe reste éteinte. Aux environs de 30 V, elle finit pourtant par s'allumer. À ce moment-là, nous faisons varier la tension dans l'autre sens : le courant continue de circuler, de moins en moins, au fur et à mesure que la tension baisse mais la lampe continue de briller comme si le DIAC était absent. La lampe ne s'éteint que lorsque le courant passe en dessous du courant de maintien puisqu'alors le DIAC se ferme et reste fermé tant que la tension reste inférieure au seuil de déclenchement.

schéma

La petite expérience qui précède décrivait précisément la façon dont fonctionne notre dispositif. Il est aussi question ici d'une source de tension "continue" variable (une tension redressée donc) que nous fabriquerons à partir du secteur. Notre source de tension, c'est C1 qui se charge lentement à travers R1 et D3 jusqu'au niveau de la tension de déclenchement. Lorsque ce niveau est atteint, le champ électrique aux bornes du DIAC est suffisant pour que les porteurs de charge traversent les jonctions, et grossièrement dit, se multiplient : le courant passe et la LED s'allume. Le courant qui traverse D2 est en grande partie fourni par le condensateur. Celui-ci se décharge progressivement et la tension à ses bornes diminue. Il arrive un moment où l'intensité du courant tombe en dessous du courant de maintien, provoquant la fermeture du DIAC : la LED s'éteint. Le condensateur se recharge à travers R1 et tout recommence.

construction

Comme il s'agit d'un circuit qui fonctionne directement sur le secteur, il est bon de respecter certaines règles pour sa fabrication. La première, puisqu'il est quand même possible de le câbler sur une platine d'expérimentation, est d'arracher quelques pistes comme sur la figure 2. La distance entre deux conducteurs sera de cette façon ce que la norme exige. C'est assez facile avec un fer bien chaud : vous avez sans doute déjà dû constater que les pistes trop chauffées tenaient moins bien sur leur support. Une fois la platine ainsi préparée les composants peuvent y être implantés. Veillez à ne pas vous tromper dans le sens de branchement de C1, D2 et D3. Pour D1, il n'y a pas de danger puisque un DIAC n'est pas polarisé. On place ensuite la platine dans un boîtier en matière plastique pourvu, autant que possible, d'une prise moulée. Cette limitation des usages du circuit aux interrupteurs voisins d'une prise de courant améliore la sécurité : de deux maux, il faut choisir le moindre ! Pour les mêmes raisons, utilisez de la visserie en nylon pour fixer le circuit dans la boîte

dépannage

puisque la distance des trous aux pistes est inférieure à 6 mm. Si vous avez la chance de disposer du boîtier dont nous donnons les références dans la liste des composants, cette précaution n'a plus lieu d'être. Il est en effet possible d'y fixer la platine de telle façon que les vis restent inaccessibles de l'extérieur.

Il existe une autre solution qui consiste à récupérer une de ces veilleuses au néon que l'on place dans les chambres d'enfants. Comme le boîtier est trop petit pour contenir la platine, il faut ici câbler "en l'air", en prenant évidemment soin de bien isoler les fils, pour éviter les courts-circuits. Sur une des photos, il est visible que nous ne l'avons pas fait, pour que les liaisons apparaissent mieux : vous n'avez aucune raison de procéder de cette façon. Pour finir, vous collerez le capot coloré afin d'éviter aux enfants de l'enlever.

À la mise sous tension, il faut quelques 10 s avant que commence le clignotement : c'est le temps que met le condensateur C1 pour se charger aux environs de 30 V. La LED s'allume et s'éteint avec une fréquence comprise entre 2 Hz et 5 Hz. Si cette fréquence est beaucoup plus élevée ou si la luminosité est continue et de très faible intensité, c'est vraisemblablement parce que le courant de maintien du DIAC est trop élevé. Ceci veut dire que le courant est coupé trop tôt pour que la LED en reçoive suffisamment. Il suffit alors de changer le DIAC ou de prendre un condensateur de capacité plus élevée.

Le problème est plus grave lorsque le circuit ne marche pas du tout. Dans ce cas, retirez la prise du secteur, vérifiez votre câblage et testez les composants : sens de branchement de D2, D3 et C1 en particulier ; vérification du bon fonctionnement des diodes à l'ohm-

mètre. Si tous ces points sont en ordre, branchez votre voltmètre aux bornes de C1 avant de remettre sous tension. Si la mesure vous donne une valeur beaucoup plus élevée que les 30 V prévus, la LED étant branchée dans le bon sens, il y a des chances pour que le DIAC soit fichu. Il est aussi possible que la résistance de R2 soit trop élevée : c'est le cas lorsqu'elle fait 680 kΩ au lieu des 680 Ω prévus !

Pardonnez-nous d'insister encore une fois pour conclure sur les dangers que présente la tension du secteur : soyez prudent, nous ne souhaitons pas ouvrir de rubrique nécrologique (et le plus vieux de nos lecteurs n'a encore que quatre-vingt-dix ans).

886031

liste des composants

R1 = 470 kΩ
R2 = 680 Ω

C1 = 22 μF/40 V

D1 = diac (ER 900, BR100-3 par exemple)

D2 = LED

D3 = 1N4007

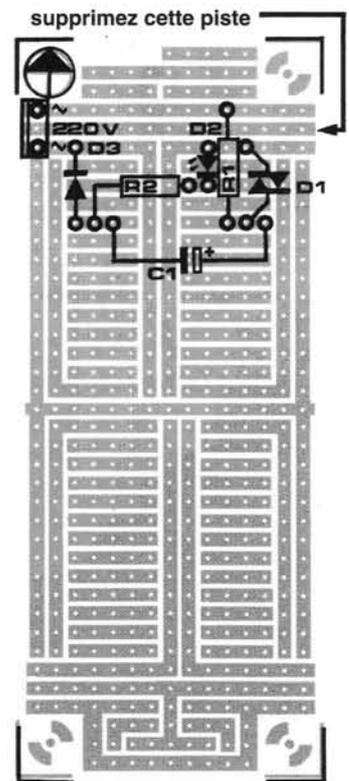
K1 = bornier à 2 contacts
pour circuit imprimé

Boîtier en matière plastique avec prise moulée

(OKW 9010465 par exemple)

Platine d'expérimentation de format 1

Figure 2 – Contrairement à notre habitude et malgré l'utilisation de la tension du secteur, le circuit est câblé sur une platine d'expérimentation : les courants qui circulent sont petits, d'une part, et quelques pistes ont été arrachées pour que les distances de sécurité entre deux conducteurs véhiculant le 220 V soient respectées. Si vous câblez "en l'air" pour gagner de la place, ne laissez pas de fils nus.



MOTS CROISÉS

solution de la grille n°8 parue dans ELEX n°47 p.56

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	T	R	A	N	S	F	O	R	M	A	T	E	U	R
2	H	A	R	I	C	O	T		O	N	A	G	R	E
3	E	D	E		H		A	L	T	E	R	E	E	S
4	R	I		H	E	N	R	Y		M	E		I	
5	M	O	D	E	M		I	S	O	L	A	N	T	
6	O		E	R	A	G	E		P	I	C	E	M	
7	S	H	U	N	T	E		T	E	N	A	B	L	E
8	T		T	A	I	L	L	E	R		D	A	L	I
9	A	N	O	N	S		A	R	E	N	A	C	E	S
10	T	E	N	I	A	S		A	E	I	M		S	E



C'est avec la solution de la grille proposée *in extremis* par M. DE MARCHI le mois dernier, que s'épuise provisoirement la veine cruciverbiste d'ELEX.

Aussitôt que l'un d'entre vous nous refera une proposition sérieusement charpentée (une dizaine de grilles au moins que nous remunererons volontiers), le ci-devant quart de page pourra de nouveau être consacré à la publication de définitions si possible subtiles et spirituelles.

Petites Annonces Gratuites Elex

Les petites annonces sont gratuites pour les particuliers. Les annonces à caractère commercial sont payables d'avance au prix de 50 FF TTC par ligne 42,16 FF/HT)
— Les textes, lisiblement rédigés, ne seront acceptés que *sur la grille* ci-dessous (ou sa photocopie). N'oubliez pas d'inclure *dans votre texte* vos coordonnées ou n° de téléphone complet (avec préfixe « 1 » pour zone Paris).
— L'offre est limitée à une annonce par mois et par lecteur : joindre obligatoirement le coin justificatif valable jusqu'à la fin du mois indiqué.
— Indiquez aussi en dehors du texte votre nom et votre adresse complète : les envois anonymes seront refusés.
— ELEX se réserve le droit de refuser à sa discrétion les textes reçus, soit que l'espace nécessaire vienne à manquer, soit que le texte remis n'ait pas trait à l'électronique. En principe, les textes reçus avant le 15 du mois paraîtront le mois suivant.
— ELEX n'acceptera aucune responsabilité concernant les offres publiées ou les transactions qui en résulteraient.
— L'envoi d'une demande d'insertion implique l'acceptation de ce règlement.

ELEX - p.a.g.e. - B.P. 59 59850 NIEPPE

Texte de l'annonce (inclure vos coordonnées)

Compléter obligatoirement (hors annonce).

Nom

Adresse

Justificatif : photocopie réalisée
page
oct. 1992
elex

Ne rien inscrire ici. Merci.

ELEX
les Trois Tilleuls
BP59
59850 NIEPPE
☎ 20 48 64 64

télécopie
20 48 69 64
minitel
3615 code
ELEX

5^e année n° 48 OCTOBRE 1992

ABONNEMENTS : encart avant-dernière page

PUBLICITÉ :
Brigitte Henneron et Nathalie DeFrance

ADMINISTRATION :
Jeanine Debuyser et Marie-Noëlle Grare

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie

Banque : Société Générale - Armentières n°0113-00020095026-69
CCP PARIS 190200V libellé à «ELEX»
Société editrice : Editions Castella SA au capital de 1 000 000 F
siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS — RC PARIS 378 000 699
SIRET 00033 APE : 5112 — principal associé : VISLAND S.A.R.L
Directeur Général et directeur de la publication : Marinus Visser

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957, art. 40 et 41 et Code Pénal art. 245)

Dépôt légal : octobre 1992

n° ISSN : 0990-737X - n° CPPAP : 70184

Tous droits réservés pour tous pays
© ELEKTUUR 1992

Maquette et composition par ELEX

Photographie PPS Hasselt (B)

imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden



elex-bazar

Jeune amateur **CHERCHE** correspondant pour échange circuits divers. LEFRANC Youri 42260 SOUTERNON.

VENDS tube oscillo DG7/6. Revues ELEKTOR, RADIO CONSTRUCTEUR, LED, tube VIDICON TH 9808. Ecrire à CHENY Jean 171, Av. de Muret 31300 TOULOUSE.

VENDS oscillo 10 MHz en parf. état, visible région Paris. Casque prof. neuf téléc 300 made USA emballage origine. Tél : 33.52.20.99.

VENDS spectrum pal 48K, interface ZX1, micro Drive, 4 tapes, 15 K7, manuels (ass., désass., éditeur) : 700 F. Tél : (1) 47.24.47.41.

VENDS 23 n° ELEKTOR 15 au 78 : 25 F pièce + port tarif postal. Tél : (1) 46.42.25.64 ap. 18h + mercredi et WE.

VENDS poste radio, année 1950 à lampes B.E.M. Faire offre. Tél : 65.35.20.74.

VENDS capas 16µF/450 V et 8µF/400 V. L'unité : 25 F + port. JACQUOT Denis 1, rue des Bouteniers 25150 ECOT.

VENDS nombreux ouvrages radio TV OM. Liste contre ETSA. DOBERSECQ 6, Cité Les Jésuites 81100 CASTRES.

VENDS récepteur HALLICRAFTER S120 55 KGS à 30 MCS + bande étalée : 300 F, ampli BOUYER AS30 avec schéma : 500 F. Tél : (1) 39.18.51.48.

Amateur **LIQUIDE** matériel cause double emploi. Liste sur demande à J. CANALES 78660 ORSONVILLE (ABLIS)

RECHERCHE livre AUTOMATISATION D'UN RESEAU FERROVIAIRE - EDIT - épuisé - achat ou échange. Tél : (1) 64.39.78.74 Gil Barrios.

VENDS condos de 1 Farad 5,5 volts : 5 F pièce. Tél : (1) 43.00.45.11 dès 18 H. 93 NEUILLY-PLAISANCE.

RECHERCHE ELEX du n°1 au n° 41. Faire offre. Tél : 42.85.45.98.

RECHERCHE EXELMODEM pour EXEL 100. Faire offre. Tél : 92.87.61.80. PEREZ Christian.

VENDS ELEX du n°1 au 46. Faire offre. Silvio PARINI. Tél : 90.35.12.39.

RECHERCHE cartouches SEGA MASTER SYSTEM. Tél : 29.41.12.03.

VENDS Livre Pratique De L'Electronique, 16 volumes, 15 coffrets EUROTECHNIQUE, jamais servi : 2500 F Tél : 31.91.64.69.

VENDS superbe récepteur SONY ICF 2001D 150 kHz à 30 MHz+ FM LSB BLU AM 2500F - scanner Jupiter U25SSO 8001 300 MHz Clément CAPRON 159 Avenue de Strasbourg 54000 NANCY

VENDS voltmètre HONOR VT611 300 F - GRUNDIG RV3 300 F - COMPOSANTS à moitié prix. DUPRÉ 16 rue Michel LARDOT 10450 BRÉVIANDES

VENDS MODEM 150 F - OSCILLO 2 x 175 2 BT 3500 F - Génér HP 250 F - Alim. Klystron 200 F - Fréquence 200 F - + port. Tél : 48.64.68.48

